

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 البليدة
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا
Faculté de Technologie

قسم الإلكترونيك
Département d'Électronique



Mémoire de Master

Mention Électronique
Spécialité Automatique et Informatique Industrielle

présenté par

RAZALI Abdelmalek

&

BOUTOUTOU Mustapha

Etude de l'atelier BK1 et la régulation de débit de l'adjuvant en fonction de débit d'alimentation BK1 en utilisant PCS7

Proposé par : Mr GUESSOUM Abderrezak & Mr ABBAD Cherif

Année Universitaire 2017-2018

Remerciements

Tous d'abord, nous tenons à remercier Allah le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a donné durant toutes ces longues années d'études et la force pour réaliser ce modeste travail

En seconde lieu, nous tenons à exprimer nos vifs remerciements :

- *A Mr GESSOUM ABDEREZZAK de nous avoir fait l'honneur d'être notre Promoteur, pour nous avoir guidé et encouragé durant ce travail.*
- *A Mr ABBAD CHERIF, notre Encadreur et toute l'équipe de la salle du système de la société SCMI de Meftah pour leurs précieux conseils et leurs aides durant toute la période de travail sur notre projet de fin d'études.*
- *A Tous les enseignants de département d'Electronique de l'université Saad Dahleb Blida pour tout le savoir qu'ils ont su nous transmettre durant notre cursus universitaire.*
- *Aux Membres du jury pour l'intérêt qu'il ont porté à notre projet en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.*

Enfin, nous tenons à remercier toute personne qui a participé de près ou de loin à l'exécution de ce modeste travail.

Abdelmalek & Mustapha.

Je dédie ce modeste travail :

*Au meilleur des pères, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir
réussir*

*A la lumière de mes jours, ma vie et mon bonheur ; maman que
j'adore.*

Que dieu leur procure une bonne santé et une longue vie.

*A mon frère et ma sœur dont le grand plaisir leurs revient en premier
lieu pour leurs conseils, aides, et encouragements.*

A ma sœur et son mari

Ma nièce Meriem et mon neveu Yacer

A mon binôme Abdelmalek et toute sa famille.

A toute la section AII

A tous mes amis et à tout qui me sont chers

Mustapha

Je tiens à dédier ce mémoire :

A ma très chère Mère et à mon cher Père, en de leurs soutien permanent durant toutes mes années d'études, leurs sacrifices illimités, leurs prières pour moi , eux qui ont consenti tant d'effort pour mon éducation, mon instruction et pour me voir atteindre ce but, pour tout cela et pour ce qui ne peut être dit, mes affections sans limite.

A mes très chers frères et mes très chères sœurs.

Mes nièces et mes neveux

A mes très chères sœurs et toute ma famille.

A mon binôme BOUTOUTOU Mustapha pour sa patience et ses énormes efforts.

A toutes mes connaissances.

Mes chers amis de mes premières années universitaires jusqu'aujourd'hui et surtout mes camarades de AII pour vos encouragements, votre amour ainsi que pour les moments inoubliables qu'on a vécus ensemble durant cette année. Bonne chance pour vous aussi.

Aussi, je cite tous les professeurs et enseignants que j'ai eus depuis mes premières années du primaire jusqu'au jour d'aujourd'hui. Je ne le exprimerais jamais assez mon estime, mes respects et ma gratitude. Je dédie enfin ce travail à toute personne ayant contribué de près ou de loin à sa concrétisation.

J'espère que ce travail donnera satisfaction à toutes les Personnes qui auront l'occasion de le lire.

Abdelmalek

ملخص:

بغرض الحصول على شهادة ماستر تخصص آلية وإعلام آلي صناعي قمنا بتربص تطبيقي في مؤسسة متيجة للإسمنت لإعداد مذكرة التخرج. وقد تم اختيار التربص في هذه المؤسسة نظرا لأهمية قطاع الإسمنت وما يشهده من تطورات. وفي عملنا هذا سنضع بين أيديكم تقديما عامًا لهذه المؤسسة وشرح كيفية صناعة الإسمنت، ثم التعريف بشبكة الاتصال المحلية الصناعية، وأيضًا شرح مبدأ عمل ورشة طحن الإسمنت وهي الورشة التي سنعمل عليها. و الهدف من هذا المشروع هو إعداد برنامج على بي سي أس 7 للتحكم في تدفق الزيت المساعد اعتماداً على نظام التحكم بي إي دي . وللقيام بذلك علينا أولاً دراسة تسلسل تشغيل ورشة طحن الإسمنت ثم اقتراح حلقة مغلقة لتنظيم تدفق الزيت المساعد والتحكم فيه بدلالة التدفق الإجمالي لتغذية الطاحن .

Résumé :

Dans le but de l'obtention de diplôme Master spécialité Automatique et Informatique Industrielle nous avons fait un stage pratique au niveau de la Société de Ciment de la Mitidja (SCMI) pour préparer le mémoire de soutenance. Nous avons choisi cette société pour faire le stage à cause de l'importance du secteur de ciment et les développements qu'il connaît. Dans notre travail nous allons définir la société d'une façon générale et les processus de fabrication de ciment ainsi que la présentation du réseau local industriel et de l'atelier de broyage ciment dans la quelle nous allons travailler.

Le but de ce projet est de développer un programme sur le PCS7 pour contrôler le débit de l'adjuvant en se basant sur un correcteur PID. Et pour cela, nous avons premièrement étudié le principe de fonctionnement de l'atelier de broyage ciment BK1 et puis on a proposé une boucle fermée pour réguler et contrôler le débit d'adjuvant en fonction du débit de l'alimentation de BK1.

Abstract :

In order to obtain the Master's degree diploma in Automation and Industrial Computing, we did a practical stage at the Mitidja Cement Company (SCMI) to prepare our project report. We choose this company to do the internship because of the importance of the cement sector and the developments that it knows.

In our work we will define the company in a general way and the cement manufacturing process as well as a presentation of the industrial local network and the presentation of the grinding cement workshop in which we will work.

The goal of this project is to develop a program on the PCS7 to control the flow of adjuvant based on a PID corrector. And for that, we first studied the operating principles of the BK1 cement grinding mill and then we proposed a closed loop to regulate and control the adjuvant flow as a function of the flow rate of the BK1 alimentation.

Listes des acronymes et abréviations

ATM : Alimentateur à Tablier Métallique

TOR : Tout Ou Rien.

API : Automate Programmable Industriel.

CPU : Central Processing Unit (Unité centrale de l'automate).

PCS : Process Control System (système de contrôle de procédés).

CFC : Continuous Function Chart.

SFC : Sequential Fonction Chart.

DI : Digital Input (Entré numérique).

ENG : Engineer Station (Stationne ingénieur).

AS : Station d'Automatisation (automation station).

OS : Operator Station(Station opérateur).

SCMI : Société du Ciment de la Mitidja.

PID : Proportionnelle, Intégrateur, Dérivateur.

WinCC :Windows Control Center.

AS : Airsilde (Aéroglisser).

BC : Belt Conveyor (Transporteur à bande).

BE : Elevator (Elévateur).

DR : Drive Unit (Groupe de commande).

EC : Electrical Cabinet (Tableau électrique (contrôle, protection, comptage, éclairage)).

HS : Electrical Heating System (Chauffage électrique).

HT : Heater (Réchauffeur).

ID : Inching Drive (Groupe de virage).

MB : Ball Mill (Broyeur à boulets).

MT : Motor Electric (Moteur électrique).

PU : Pump (Pompe (liquide ou gaz)).

SP : Separator (Séparateur).

VN : Slide Vane (Registre).

VS : Variable Speed Drive (Variateur de vitesse).

WF: Weighfeeder (Doseur)

XH : Hand Digital Sensor (Capteur logique manuel (arrêt d'urgence, ...)).

XL : Level Digital Sensor (Capteur logique de niveau).

XS : Speed Digital Sensor (Capteur logique de vitesse).

XZ :Position Digital Sensor (Capteur logique de position).

YF : Flow Analog Sensor (Capteur analogique de débit).

YJ : Power Analog Sensor (Capteur analogique de puissance).

YT : Temperatur Analog Sensor (Capteur analogique de température).

YX : Miscellaneous Analog Sensor (Capteur analogique divers)

Table des matières

| | |
|---|----|
| Introduction générale | 1 |
| Chapitre1 Présentation de la société et processus de fabrication de ciment..... | |
| 1.1 Introduction..... | 2 |
| 1.2 Présentation de la société | 2 |
| 1.3 Historique de l'unité de Meftah | 3 |
| 1.4 Dates de mise en service | 3 |
| 1.5 Localisation | 3 |
| 1.6 Présentation des ateliers de la cimenterie | 4 |
| 1.6.1 Zone carrière calcaire | 5 |
| 1.6.2 Zone cru | 6 |
| 1.6.3 Zone cuisson (formation du clinker) | 9 |
| 1.6.4 Zone ciment | 12 |
| 1.6.5 Zone expédition | 14 |
| 1.7 Conclusion | 15 |
| Chapitre2 Problématique et analyse fonctionnelle | |
| 2.1 Introduction | 16 |
| 2.2 Problématique | 16 |
| 2.3 Principe de fonctionnement d'atelier BK1 | 16 |
| 2.4 Séquences de marche | 17 |
| 2.4.1 Séquence circuit fermé 416S04 | 17 |
| 2.4.2 Séquence Moteur BK1 416S05 | 20 |
| 2.4.3 Séquence Alimentation BK1 416S06 | 23 |
| 2.5 Boucles de régulation | 30 |
| 2.6 Conclusion | 31 |
| Chapitre3 Configuration matériel et programmation..... | |
| 3.1 Introduction | 32 |
| 3.2 Le matériel de l'automatisme utilisé | 32 |
| 3.2.1 L'API SIMATIC S7-400 | 32 |
| 3.2.2 ET200M | 34 |
| 3.3 Le réseau de notre projet | 35 |
| 3.4 Architecture de la solution d'automatisation proposée | 35 |
| 3.5 Le logiciel de programmation SIMATIC PCS7 | 37 |
| 3.5.1 Création d'un nouveau projet | 37 |

| | | |
|--|---|----|
| 3.5.2 | Signification des vues dans SIMATIC Manager | 40 |
| 3.5.3 | Configuration matériels | 41 |
| 3.6 | Programmation de notre atelier avec le PCS7 | 45 |
| 3.6.1 | Création des dossiers hiérarchiques | 45 |
| 3.6.2 | Création de bloc CFC | 47 |
| 3.6.3 | Description du système CEMAT | 48 |
| 3.6.4 | Structure du programme | 48 |
| 3.7 | Application | 58 |
| 3.8 | Conclusion | 58 |
| Chapitre4 Simulation et résultats | | |
| 4.1 | Introduction | 60 |
| 4.2 | Chargement et compilation du programme | 60 |
| 4.2.1 | Le chargement du programme | 60 |
| 4.2.2 | La compilation du programme | 61 |
| 4.3 | La supervision | 61 |
| 4.4 | Le logiciel de supervision WinCC | 62 |
| 4.4.1 | Utilisation de WinCC | 62 |
| 4.4.2 | Présentation de Graphics Designer | 63 |
| 4.5 | Présentation du simulateur « S7 PLCSIM » | 67 |
| 4.6 | RUNTIME | 68 |
| 4.7 | Ecrans et structure de commande | 68 |
| 4.7.1 | Vues standard | 68 |
| 4.7.2 | Description générale de l'écran | 69 |
| 4.7.3 | Zones de l'écran | 69 |
| 4.7.4 | Paramétrage de régulateur PID | 70 |
| 4.7.5 | Faces-avant (face plate) | 71 |
| 4.7.6 | Vue de diagnostique | 72 |
| 4.8 | Conclusion | 75 |
| Conclusion générale | | 76 |
| Annexe A Les différents consommateurs et capteurs de l'atelier BK1 | | 77 |
| Annexe B Quelques entrées et sorties des blocs CFC | | 86 |

Listes des figures :

| | |
|--|----|
| Chapitre1 Présentation de la société et processus de fabrication de ciment | |
| Figure 1.1 Vue générale de l'entreprise | 2 |
| Figure 1.2 Localisation de SCMI..... | 4 |
| Figure 1.3 Les ateliers de la cimenterie. | 5 |
| Figure 1.4 L'extraction de la matière première. | 5 |
| Figure 1.5 Concassage et transport de calcaire..... | 6 |
| Figure 1.6 Zone Cru. | 6 |
| Figure 1.7 Hall de pré homogénéisation..... | 7 |
| Figure 1.8 Broyeur a cru. | 8 |
| Figure1.9 Atelier homogénéisation. | 9 |
| Figure 1.10 Zone Cuisson..... | 9 |
| Figure 1.11 Tour à cyclone. | 10 |
| Figure 1.12 Le four rotatif. | 11 |
| Figure 1.13 Vue technique du Refroidisseur. | 11 |
| Figure 1.14 Zone ciment..... | 12 |
| Figure 1.15 Le broyage encircuit fermé. | 13 |
| Figure 1.16 Expédition en sac..... | 14 |
| Figure 1.17 Expédition en vrac. | 14 |
| Chapitre2 Problématique et analyse fonctionnelle | |
| Figure 2.1 Flow sheet de circuit fermé 416S04. | 17 |
| Figure 2.2 Flow sheet de Moteur BK1 416S05..... | 20 |
| Figure 2.3 Flow sheet d'Alimentation BK1 416S06..... | 23 |
| Figure 2.4 Boucle de regulation de l'atelier BK1..... | 31 |
| Chapitre3 Configuration matériel et programmation..... | |
| Figure 3.1 Automate programmable industriel (API) S7-400..... | 33 |
| Figure 3.2 ET-200M | 34 |
| Figure 3.3 Le réseau de notre projet. | 35 |
| Figure 3.4 Architecture du système PCS7..... | 36 |
| Figure 3.5 Conversion PROFIBUS-fibre optique..... | 36 |
| Figure 3.6 Les six premières étapes pour créer un nouveau projet..... | 38 |
| Figure 3.7 Création d'un projet test. | 38 |

| | |
|---|----|
| <i>Figure 3.8</i> Création de la bibliothèque de notre projet. | 39 |
| <i>Figure 3.9</i> Définir la bibliothèque PRO_LIB comme une bibliothèque principale. | 39 |
| <i>Figure 3.10</i> Création des stations AS et OS. | 40 |
| <i>Figure 3.11</i> Les différentes vues d'un multi projet. | 41 |
| <i>Figure 3.12</i> Première étape pour la configuration matérielle. | 42 |
| <i>Figure 3.13</i> Déclaration de la carte de communication CP. | 42 |
| <i>Figure 3.14</i> Création d'une station SIMATIC PC (CIMENT)..... | 43 |
| <i>Figure 3.15</i> Configuration de l'OS. | 44 |
| <i>Figure 3.16</i> L'icône MP1 sur la configuration réseau..... | 44 |
| <i>Figure 3.17</i> Configuration réseau. | 45 |
| <i>Figure 3.18</i> Insertions du dossier hiérarchique (CIMENT) | 45 |
| <i>Figure 3.19</i> Les dossiers hiérarchiques de notre programme. | 46 |
| <i>Figure 3.20</i> Création d'un bloc CFC. | 47 |
| <i>Figure 3.21</i> L'éditeur CFC..... | 47 |
| <i>Figure 3.22</i> Comment nommer un bloc..... | 49 |
| <i>Figure 3.23</i> Exemple des connexions entre un groupe et un drive..... | 50 |
| <i>Figure 3.24</i> Exemple des connexions entre un groupe et une vanne. | 51 |
| <i>Figure 3.25</i> Exemple des connexions entre un interlock et un moteur (condition de marche). | 52 |
| <i>Figure 3.26</i> Exemple d'un bloc C_SELECT. | 53 |
| <i>Figure 3.27</i> Programmation d'un bloc C_ANNUNC (capteur logique). | 54 |
| <i>Figure 3.28</i> Programmation d'un bloc C_MEASUR (capteur analogique)..... | 55 |
| <i>Figure 3.29</i> Exemple de programmation d'un bloc PID. | 57 |
| <i>Figure 3.30</i> Programmation de la fonction qui relie entre les deux débits..... | 59 |
| Chapitre4 Simulation et résultats..... | |
| <i>Figure 4.1</i> Le chargement du programme. | 60 |
| <i>Figure 4.2</i> La compilation du programme. | 61 |
| <i>Figure 4.3</i> WinCC Explorer..... | 62 |
| <i>Figure 4.4</i> Graphics Designer..... | 63 |
| <i>Figure 4.5</i> Exemple d'une bibliothèque statique..... | 64 |
| <i>Figure 4.6</i> Exemple d'une bibliothèque dynamique..... | 64 |
| <i>Figure 4.7</i> La fenêtre Dynamic Wizard. | 65 |
| <i>Figure 4.8</i> Exemple d'une liaison entre l'objet et son bloc CFC. | 66 |
| <i>Figure 4.9</i> Vue de processus sous Graphics Designer..... | 66 |
| <i>Figure 4.10</i> Picture Tree Manager. | 67 |

| | |
|--|----|
| <i>Figure 4.11</i> Activation de RUNTIME. | 68 |
| <i>Figure 4.12</i> Ecran de supervision..... | 69 |
| <i>Figure 4.13</i> La bande de commande générale d'une vue..... | 69 |
| <i>Figure 4.14</i> L'optimisation automatique des paramètres PID. | 70 |
| <i>Figure 4.15</i> Les paramètres PID optimisés par le logiciel. | 70 |
| <i>Figure 4.16</i> Paramétrage de régulateur PID. | 71 |
| <i>Figure 4.17</i> Faces-avant d'un moteur..... | 72 |
| <i>Figure 4.18</i> Diagnostique d'un groupe(Circuit fermé). | 72 |

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| <i>Tableau 2.1</i> Liste des consommateurs de la séquence 416S04. | 18 |
| <i>Tableau 2.2</i> Liste des capteurs analogiques et logique de la séquence 416S04. | 18 |
| <i>Tableau 2.3</i> L'asservissement de la séquence 416S04. | 19 |
| <i>Tableau 2.4</i> Liste des consommateurs de la séquence 416S05. | 21 |
| <i>Tableau 2.5</i> Liste des capteurs logiques et analogiques de la séquence 416S05 | 21 |
| <i>Tableau 2.6</i> L'asservissement de la séquence 416S05 | 21 |
| <i>Tableau 2.7</i> Liste des consommateurs de la séquence 416S06. | 24 |
| <i>Tableau 2.8</i> Liste des capteurs logiques et analogiques de la séquence 416S06. | 24 |
| <i>Tableau 2.9</i> L'asservissement de la séquence 416S06. | 26 |
| <i>Tableau 2.10</i> Liste des sélections de la séquence 416S06. | 26 |
| <i>Tableau 4.1</i> Etat de la séquence. | 73 |
| <i>Tableau 4.2</i> Mode de fonctionnement. | 74 |
| <i>Tableau 4.3</i> Objet moteur. | 74 |
| <i>Tableau 4.4</i> Annonce de défauts. | 74 |
| <i>Tableau 4.5</i> Mesures analogiques | 75 |
| <i>Tableau 4.6</i> Sélection. | 75 |

Introduction générale

L'évolution rapide des techniques d'automatisation et de supervision a permis de contourner la plupart des difficultés rencontrées dans le monde industriel, et à fournir plusieurs possibilités pour satisfaire les exigences et les critères demandés tels que l'amélioration de la productivité, la sécurité et l'optimisation des coûts de production et de maintenance.

L'automatisation est considérée comme une étape d'un progrès technique ou apparaissent des dispositifs techniques susceptibles de seconder l'homme, non seulement dans ses efforts musculaires, mais également dans son travail intellectuel de surveillance et de contrôle.

La société des ciments de la Mitidja (SCMI) est spécialisée dans la fabrication du ciment. Le ciment est constitué principalement de trois matières Clinker, Gypse et Calcaire.

Dans le but de l'augmentation et l'amélioration de production le SCMI a décidé d'ajouter une nouvelle matière (adjuvant) sous forme d'une huile.

Le but de notre projet est d'optimiser l'utilisation de cette huile d'adjuvant en utilisant la programmation par le logiciel PCS7.

Pour cela nous allons développer un programme PCS7 en utilisant un régulateur PID afin de réguler le débit de l'adjuvant en fonction de débit d'alimentation de broyeur BK1.

Pour présenter notre travail, nous avons tracé le plan de travail en 4 chapitres :

- ❖ Chapitre 1 : présentation de la SCMI
- ❖ Chapitre 2 : Problématique et analyse fonctionnelle
- ❖ Chapitre 3 : Configuration matériels et programmation
- ❖ Chapitre 4 : Simulation et résultats

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

1.1 Introduction

Le ciment est le matériel de base pour la construction d'ouvrages du bâtiment et du secteur de la construction en général il est donc étroitement tributaire de la conjoncture économique générale.

En Algérie il y'a beaucoup de sociétés qui consistent à la fabrication de ciment. Parmi ces sociétés on trouve la « Société de Cimenterie Mitidja SCMI » de Meftah.

1.2 Présentation de la société



Figure 1.1 Vue générale de l'entreprise.

La SCMI est une entreprise algérienne filiale du groupe GICA, spécialisée dans la fabrication de ciment .En partenariat avec Lafarge Depuis juin 2008, date de signature et mise en vigueur du contrat de management.

La SCMI est une société par action (SPA) dont le capital social est de 1.400.000.000 DA. Elle est implantée dans la commune de Meftah dans la wilaya de Blida.

Le réseau national de la SCMI lui permet de fournir ses produits sur tout le territoire national. Son procédé de fabrication spécifique procure à son ciment une excellente qualité respectant les normes internationales de fiabilité et de respect de l'environnement.

La culture de SCMI repose sur les valeurs fondamentales de respect, de confiance, de responsabilité et d'autonomie. SCMI a consigné cette approche éthique dans un code d'action écrit, le SCMI Way, qui inspire l'action de tous les collaborateurs, partout dans le monde [1].

1.3 Historique de l'unité de Meftah

L'histoire de la création de la cimenterie de Meftah revient à des années avant l'indépendance d'où le nom d'une entreprise française « Nord-Africaine Lafarge ». Cette dernière a été prise en main par la société SNMC (Société National des Matériaux de Construction) le 14 Mars 1968.

La SNMC a décidé de construire une nouvelle cimenterie à Meftah prévue pour une production d'un million de tonnes par an. Le projet s'est inscrit dans le cadre du plan quadriennal 1970-1973. La supervision de ce projet a été assurée par le bureau-conseil canadien Surveyer Nenninger et Chenevert (S.N.C).

1.4 Dates de mise en service

La mise en service de la cimenterie de Meftah est passée par plusieurs étapes :

- Démarrage de l'atelier cru : le 31 janvier 1975.
- Allumage du four : le 06 mai 1975.
- Début de production du ciment : le 01 septembre 1975.

1.5 Localisation

La société du ciment de la Mitidja (SCMI) est située à 27 km d'Alger, 20 km au sud de la ville d'Alger et à 2 km du village de Meftah, cette dernière referme les gisements de calcaire et d'argile utilisés dans la fabrication du ciment. Elle est localisée à proximité de la route nationale à l'est, et Larbaa à l'ouest.

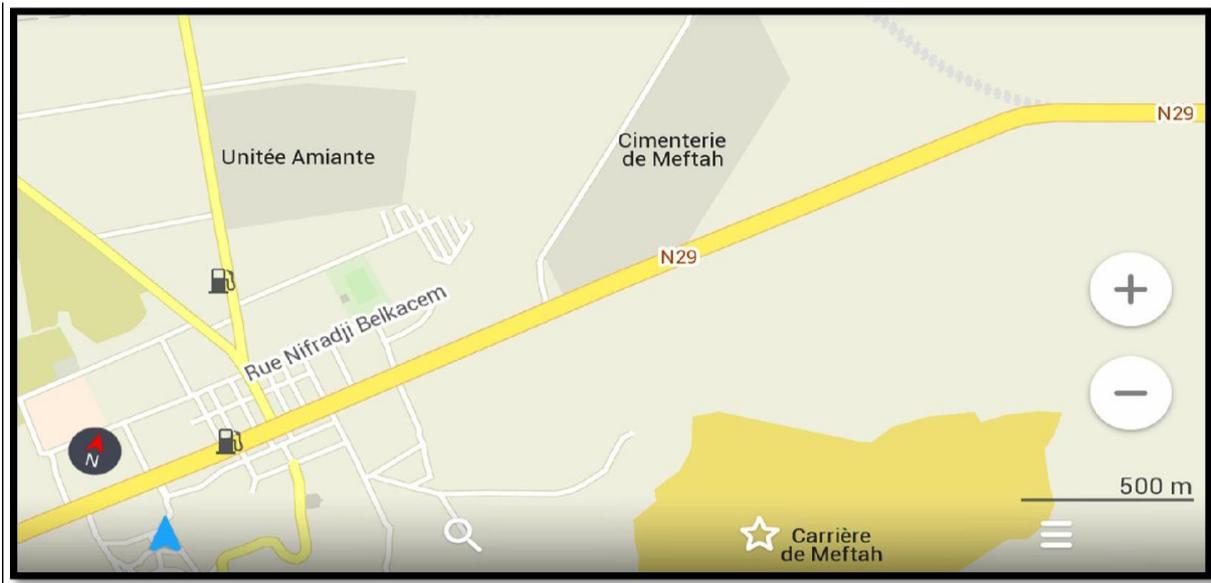


Figure 1.2 Localisation de SCMI.

1.6 Présentation des ateliers de la cimenterie

La cimenterie utilise quatre (4) matières, la première pour la fabrication du ciment CPJ-CEM /A32.5, à savoir le calcaire, l'argile, sable et le minerai de fer, et deux ajouts le gypse et le tuf.

- Le calcaire: exploité en carrière par abattage à l'explosif en forme de gradin successif.
- L'argile: acheminée d'une distance de quatre (4) km par camion à bennes.
- Le sable: l'approvisionnement se fait à partir de la carrière de Zemouri.
- Le minerai de fer: l'approvisionnement s'effectue après de l'entreprise publique Ferphos.
- Le gypse: provient de la carrière de Médéa, entité affectée dans le cadre de filtration de l'ERCC à la société des ciments algérois.
- Le tuf: acheminé de la carrière de Zemouri.

Ces différentes matières (calcaire, argile, sable, fer) sont broyées à l'aide d'un concasseur et sont transporté jusqu'à la cimenterie. Toutes les matières premières sont introduites ensemble dans un broyeur à boulet pour être broyées et séchées.

Le mélange en résultant s'appelle " le cru" et est ensuite envoyé dans un four rotatif ou il est chauffé (environ 1450 °C) pour donner le clinker.

Les granulés de clinker sont introduits dans broyeur à boulet avec des ajouts (gypse, tuf) ou ils sont broyés finement pour donner le produit final qui est le ciment.

La chaîne de production est donc composée de cinq ateliers qui correspondent au processus habituel de fabrication du ciment par voie sèche. L'implantation est en «ligne continue» [1].

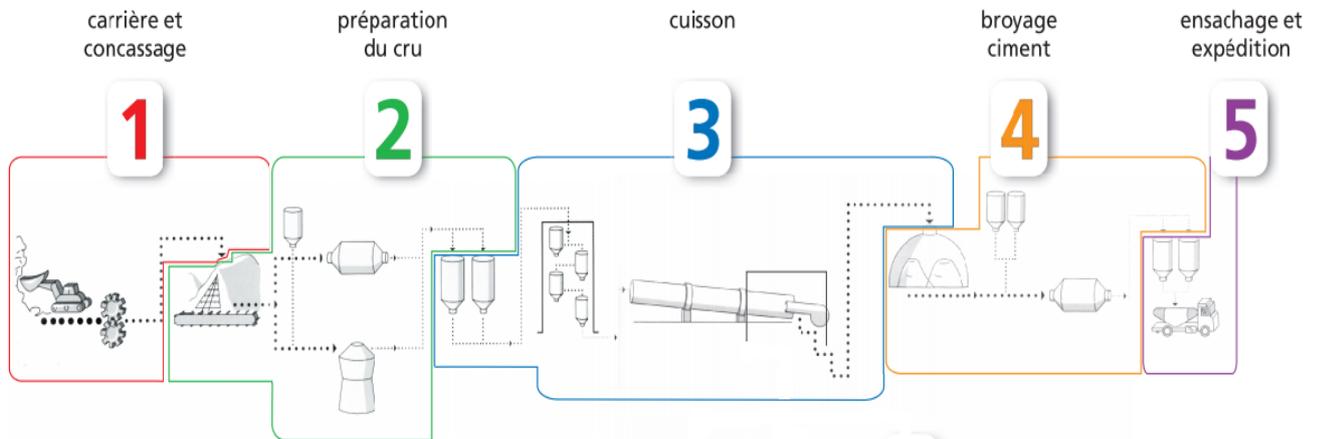


Figure 1.3 Les ateliers de la cimenterie.

1.6.1 Zone carrière calcaire

a L'extraction des matières premières

Les matières premières sont extraites des parois rocheuses d'une carrière à ciel ouvert par abattage à l'explosif ou à la pelle mécanique.

b Le chargement

Réalisé par des engins comme l'illustre (figure1.4) Il existe deux types d'engins :

Le premier bulldozer (mini chargeuse) sert à rassembler le calcaire.

Le deuxième (chargeuse) sert à charger le calcaire dans les camions (dumper).



Figure 1.4 L'extraction de la matière première.

c Le transport

Les matières premières sont transférées dans un dumper à fin de les transporter vers les concasseurs. Pour les décharger dans la chambre de concassage.

d Concassage

Le concassage est une opération destinée à la réduction des blocs de calcaires qui sont obtenus pendant l'extraction.

Le calcaire se dirige vers le concasseur avec ATM (alimentation tablier métallique).

La matière première (calcaire), après concassage, est transportée à l'usine par des tapis roulants T0, T1, T2, T3 bis, où elle est stockée dans hall de stockage calcaire [1].

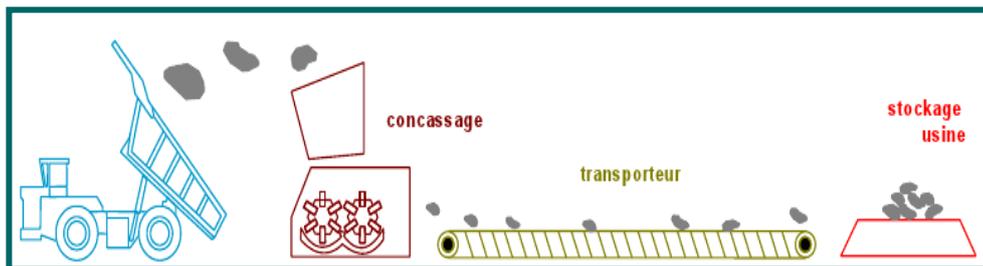


Figure 1.5 Concassage et transport de calcaire.

1.6.2 Zone cru



Figure 1.6 Zone Cru.

La matière premières (80% de calcaire et 20 % d'argile) est ensuite entreposée dans le hall pré homogénéisation (Figure 1.6), ce mélange est appelé « matière crue » [1].

a Hall calcaire

Le grateur portique (à palette) sert à gratter le calcaire en se déplaçant en translation de tas en tas et jette la matière sur le tapis pour la transporter à la trémie calcaire.

b Hall d'ajout



Figure 1.7 Hall de pré homogénéisation.

On a deux grateurs semi portiques (à palette) qui servent à gratter les ajouts (argile, sable, fer) (Figure 1.7), ils déversent les produits sur un tapis pour les transporter aux trémies.

c Dosage

Il existe 4 trémies (calcaire, fer, argile, sable). Le dosage de ces différents constituants du ciment est comme suit :

- Calcaire 80%
- Argile 20%
- Sable 2%
- Fer 1%

Le produit sera acheminés par le transporteur (tapis T13) vers le broyeur à marteau qui sert à concasser la matière.

d Séparateur statique

Le séparateur statique sépare la granulométrie (grosses particules et fines particules)

Les grosses particules refus reviennent vers le broyeur à boulets.

Les fines particules partent vers le stockage (silos d'homogénéisation).

e Le broyeur à boulets

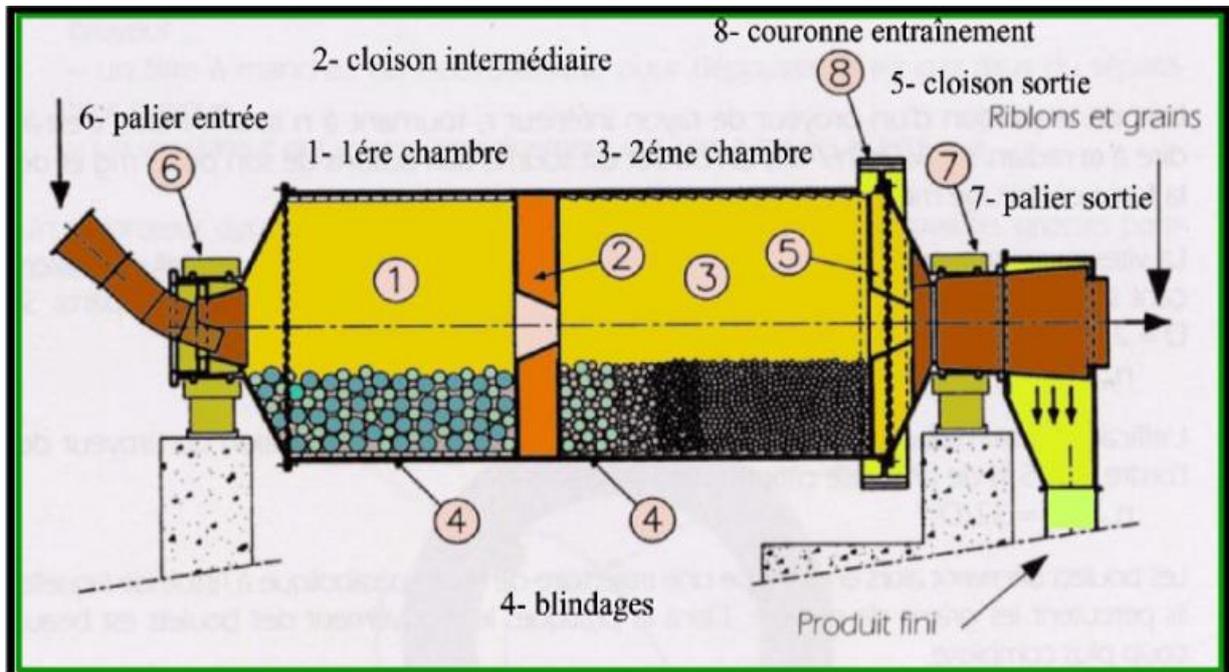


Figure 1.8 Broyeur a cru.

Pour favoriser les réactions chimiques ultérieures, les matières premières doivent être séchées et broyées très finement (quelques microns) dans un broyeur à boulets (Figure 1.8). A la sortie de broyeur, les matières premières sont parfaitement homogénéisées et séchées afin d'obtenir la farine. Celle-ci peut être introduite directement dans le four sous forme pulvérulente.

f Elévateur à godets

L'élévateur à godets transporte le produit vers le séparateur dynamique. Le produit tombe sur un plateau dispersé qui tourne à vitesse continue, les grosses particules tombent sur l'Aéroglossière (rejet) et qui retournent au broyeur pour être broyées de nouveau, les petites particules vont vers les silos de stockage.

g L'homogénéisation

Le produit sera mélangé dans les silos H1, H2 pour être prêt au stockage. La farine crue expédiée par l'air lift est dégagée dans la boîte de récupération. La capacité de stockage de chaque silo est de 10 000T (Figure 1.9). Chaque silos est équipé de deux sorties latérales pouvant assurer la totalité du débit farines vers le four.



Figure 1.9 Atelier homogénéisation.

1.6.3 Zone cuisson (formation du clinker)

La ligne dans la zone cuisson (Figure 1.10) est constituée :

- D'un préchauffeur.
- D'un four rotatif.
- D'un refroidisseur.

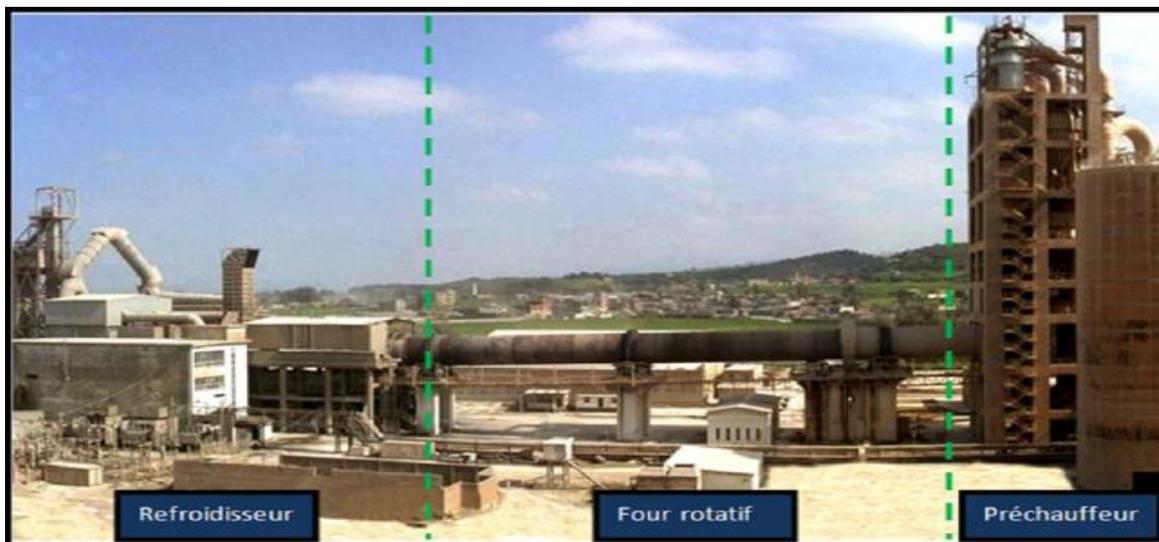


Figure 1.10 Zone Cuisson.

a La tour de préchauffage

Le préchauffage de la farine s'effectue par l'échange calorifique entre la matière crue et les gaz chauds, dans une tour de quatre étages avant de pénétrer le four.

Le préchauffeur à cyclones appelé E.V.S (échangeur à voie sèche) consiste essentiellement en une série des cyclones étagés, disposés l'un au-dessus de l'autre et reliés par des gaines.

Les gaines et les cyclones, sont traversés de bas au haut par les gaz chauds venant du four rotatif, ces gaz chauds cèdent leur chaleur aux matières pulvérulentes (farine), est déjà séchées, ce transfert de chaleur permet une décarbonatation de 30% de la matière avant la pénétration du four à une température de 840°C, au niveau de l'amont du four.

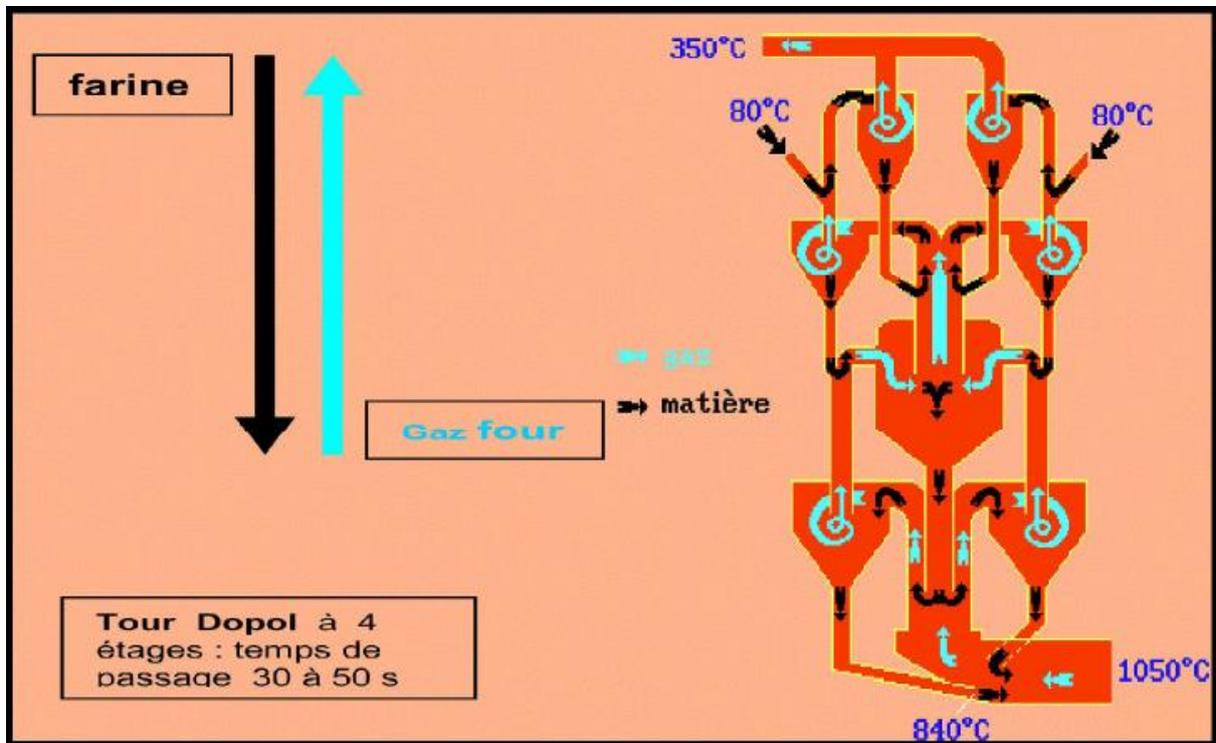


Figure 1.11 Tour à cyclone.

b Four rotatif

Le four (Figure 1.12) est un cylindre de 90 m de longueur et de 5.6 m de diamètre, il a un degré d'inclinaison de 3% par rapport à l'horizontal, et trois bondages qui reposent sur des galets.



Figure 1.12 Le four rotatif.

A l'intérieur du four, la matière préchauffée passe par des étages de cuisson. Au début la farine entre à une température de 1200°C jusqu'à 1300°C permettant sa décarbonatation, ensuite l'étape de clinkérisation au milieu du four à une température de 1450°C.

c Refroidisseur

Les composants du refroidisseur sont représentés dans l'image ci- dessous

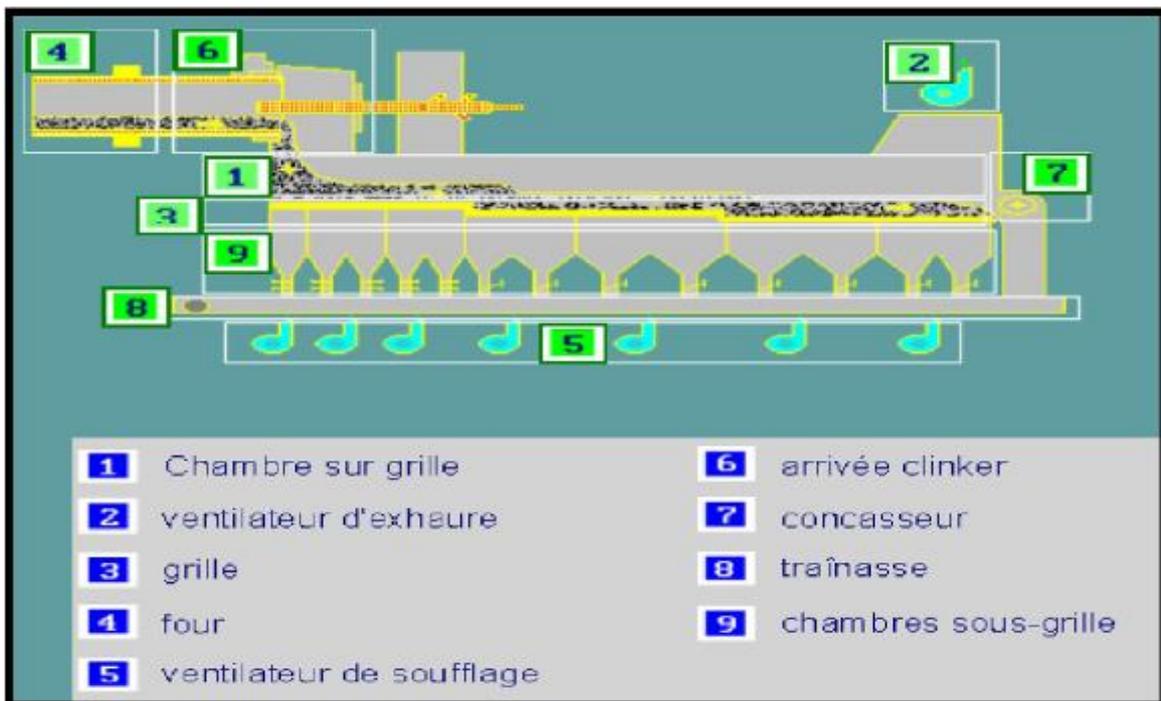


Figure 1.13 Vue technique du Refroidisseur

Le clinker sortant du four à une température de 1450°C et tombe sur les grilles où il est refroidit par une batterie de ventilateurs de soufflage dans les chambres de la partie basse du refroidisseur qui ramène cette température à 60°C.

Le clinker avance avec le mouvement de va et vient des grilles. Chaque grille est commandée par deux vérins tandis que l'air passe à travers.

L'air passe à travers la couche de clinker et s'échauffe. La partie la plus chaude est aspirée par le four et sert d'air secondaire. L'excès d'air est aspiré à l'Exhaure du refroidisseur.

A l'extrémité des grilles, le clinker est concassé par un concasseur à rouleaux, de manière à avoir une granulométrie convenable pour être transporté, stocké et introduit dans le broyeur à ciment.

1.6.4 Zone ciment

L'atelier de zone ciment est composé de trois sous atelier BK1, BK2 et le commun [1].



Figure 1.14 Zone ciment.

a Le remplissage des trémies (clinker gypse, ajouts)

Le gypse et le tuf sont transportés vers la trémie de réception par des camions, et à partir de cette trémie, le gypse sera transporté sur le tapis T19 bis qui déverse sur T20. A l'aide d'un élévateur gypse, ce dernier sera stocké dans le silo de stockage gypse d'une capacité de 6000 T (silo gypse), l'ajout et le gypse seront transportés du T19 bis vers le tapis AMOUND

et vers l'élévateur à godet qui alimente la chaîne TKF2 et le tapis ajout pour remplir les trémie ajout et le gypse.

A partir des silos du clinker (kk), la matière est versée sur T16 qui l'achemine vers l'élévateur à godets et est envoyé vers la chaîne TKF1 pour remplir les trémies (clinker, gypse).

b Broyeur ciment

Après le dosage des matières :

- Clinker 80%
- Ajouts 15%
- Gypse 5%

Elle est transportée sur un tapis vers les broyeurs ciment. La matière broyée sera déversée dans le séparateur dynamique. Les rejets seront transportés par aéroglisseur vers l'entrée broyeur pour le ré-broyage. Le produit fini (ciment), sera acheminé par Aéroglisseur principal vers les silos de stockage, la (Figure 1.15) donne une bonne description pour cette partie. Il y a 8 silos de stockage avec une capacité de 4000 Tonnes/Silo.

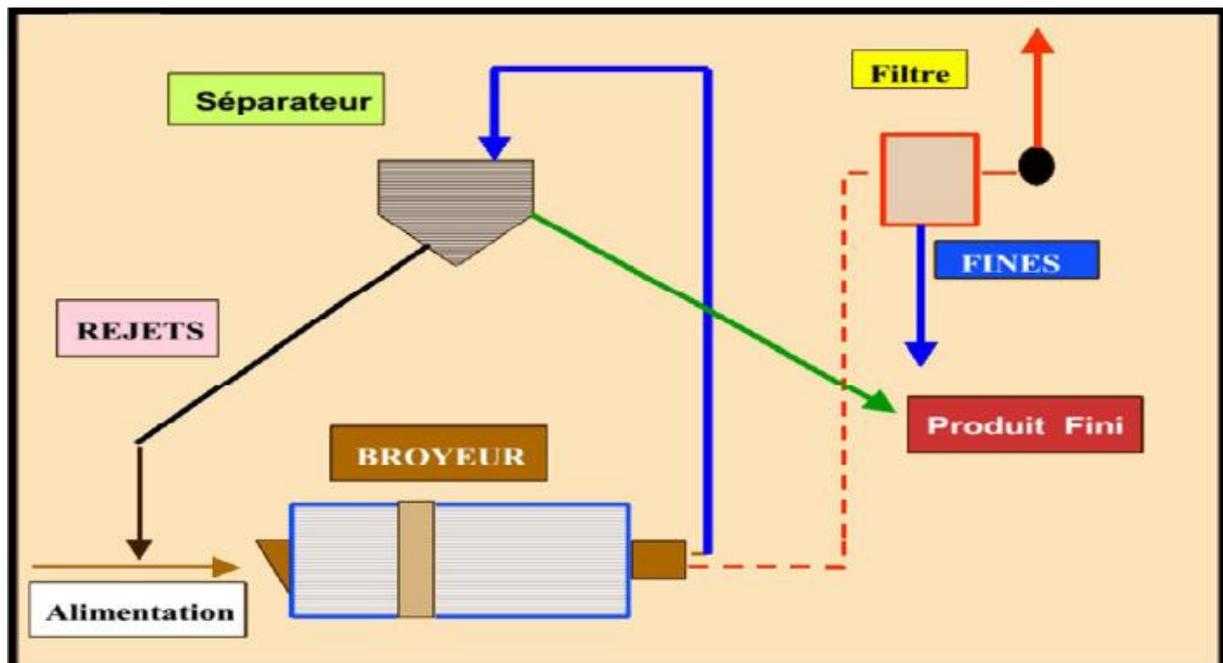


Figure 1.15 Le broyage en circuit fermé.

1.6.5 Zone expédition

a Expédition en sac

Le ciment est transporté à partir des silos de stockage vers les quatre ensacheuses, pour livrer des sacs de 50 (KG) par une bande transporteuse et chargés sur des camions à bennes.



Figure 1.16 Expédition en sac.

b Expédition en vrac

L'expédition en vrac, est contrôlée à partir d'une salle de contrôle située juste au-dessus de l'espace conçu spécialement pour la livraison du ciment, afin de pouvoir manipuler les deux gaines de remplissage.

Le ciment est transporté à partir des silos, vers les trémies de stockage à une capacité de 20 T max, et munie d'un peseur pour qu'on puisse déterminer le poids net à expédier dans la trémie avant de passer au chargement.

Le remplissage se fait par un flexible, branché au fond d'une trémie, et qui est dirigé par l'opérateur pour le mettre à l'intérieur de la bouche de la cocotte des camions pour les remplir.



Figure 1.17 Expédition en vrac.

1.7 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons décrit le processus de fabrication du ciment, après l'avoir divisé en cinq zones principales et cela nous a permis de mieux cerner la zone qui est l'objectif de notre projet.

Dans le prochain chapitre nous allons donner la problématique et présenter les différentes instrumentations de l'atelier BK1.

Chapitre 2 Problématique et analyse fonctionnelle

2.1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons parler sur la problématique et présenter les processus technologique et les différents équipements de l'atelier broyage BK1 ainsi que les caractéristiques de ses capteurs et actionneurs ensuite nous étudions les principes de fonctionnement.

2.2 Problématique

La gestion de la production de broyeur ciment BK1 est assurée par des doseurs intelligents (doseurs SCHENCK) qui peuvent nous donner un débit plus que le nominal du broyeur 80t/h, le contrôle commande de cette gestion est fait par une boucle de régulation (débit alimentation/débit doseurs).

Vu la demande en croissance du ciment, la SCMI commence à faire une augmentation en production de ciment de 80 t/h à 130 t/h et ça grâce à l'introduction d'un nouveau produit appelant adjuvant (un produit très cher).

Actuellement le contrôle commande du débit de l'adjuvant se fait manuellement qui nous cause d'une part une consommation très élevée de ce dernier (gaspillage) et d'autre part un bourrage du circuit provoquant des arrêts fréquents de l'atelier BK1, donc nous voulons mettre en place une boucle de régulation surveille le débit d'adjuvant par rapport au débit de l'alimentation et ça sans changer les caractéristiques chimique et physique du ciment.

2.3 Principe de fonctionnement d'atelier BK1

- L'alimentation de BK1 ce fait par les trois doseurs :

1-Le doseur de clinker qui fournit de clinker avec un pourcentage de 80% de débit totale.

2-Le doseur de gypse qui fournit de gypse avec un pourcentage de 5% de débit totale.

3-Le doseur de calcaire qui fournit de calcaire avec un pourcentage de 15% de débit totale.

-l'ensemble de ces trois matières plus l'adjuvant sera transporté vers le broyeur par le tapis transporteur alimentation broyeur.

- Une pompe va ajouter l'agent (l'adjuvant) à ces trois matières à l'entrée de broyeur.
- Ce broyeur fait le broyage des trois matières.
- La matière qui sort de broyeur sera élever par un élévateur qui contient des godets a l'intérieure vers un séparateur.
- le séparateur trie la matière qui vient de broyeur en matière fine et matière grosse.
- la matière fine sera transportée vers le silo de stockage de ciment et la matière grosse sera retransportée vers le broyeur pour la broyer une autre fois.

2.4 Séquences de marche

La séquence est une série d'éléments mis et traités les uns à la suite des autres [2].

Le fonctionnement de la zone de broyage ciment se fait par 3 séquences :

- 1) Séquence 1: circuit fermé 416S04 à 04 équipements.
- 2) Séquence 2 : le moteur BK1 416S05 à 04 équipements.
- 3) Séquence 3 : alimentation de BK1416S06 à 07 équipements.

Remarque : Il existe des autres séquences qu'ils ne sont pas intéressantes pour notre projet mais nous allons utiliser certains équipement de ces séquences dans le démarrage et l'arrêt des équipements de notre trois séquences.

2.4.1 Séquence circuit fermé 416S04

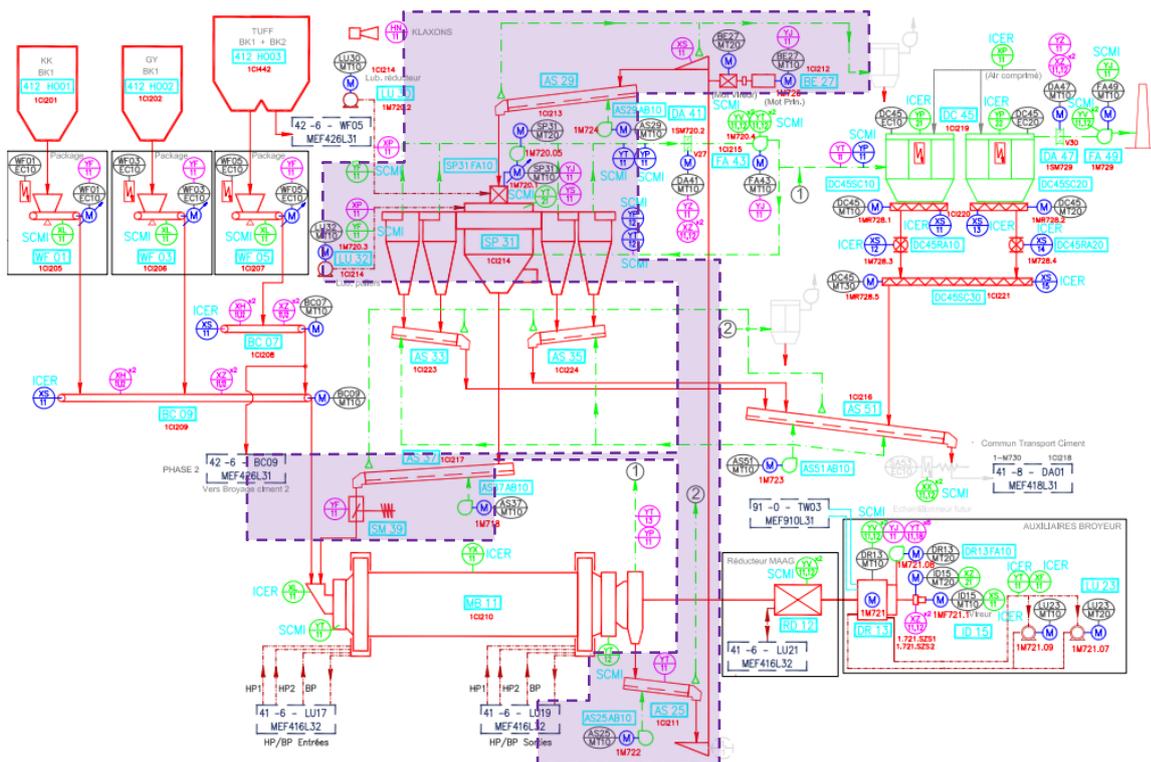


Figure 2.1 Flow sheet de circuit fermé 416S04.

La séquence de marche du circuit fermé est composée de plusieurs étapes. Ces dernières dépendent de certaines conditions de marche et d'arrêt. Ces conditions sont en fonction de plusieurs variables (capteurs, consommateurs...).

Les tableaux suivants définissent et expliquent le rôle de ces variables dans le fonctionnement de ce circuit :

a Liste des Consommateurs

| Tag | Description | Consommateurs Essentiel | Ordre Marche | Ordre Arrêt | Remarques |
|---------------|---------------------------------|-------------------------|--------------|-------------|--------------|
| 416AS29MT10 | Aéroglesseur Sortie Élévateur | E | 1 | 3 | / |
| 416BE27VS10 | Élévateur Sortie Broyeur | E | 2 | 2 | / |
| 416AS25MT10 | Aéroglesseur Sortie Broyeur | E | 3 | 1 | / |
| Hors séquence | | | | | |
| 416BE27MT20 | Vireur Élévateur Sortie Broyeur | NE | - | - | L uniquement |

Tableau 2.1 Liste des consommateurs de la séquence 416S04.

b Liste des capteurs

| Tag | Description Tag | Priorité | Interlock(Asservissement) | | Valeur Action (Unité) | Temps Délais (sec.) |
|------------------------------------|----------------------------------|----------|---------------------------|-------------|-----------------------|---------------------|
| | | | Equipement/Séquence | Type Action | | |
| <i>Élévateur sortie Broyeur</i> | | | | | | |
| 416BE27XS11 | Contrôle de rotation | T | 416BE27VS10 | ESVA | | 10s |
| 416BE27XS11 | Présence Godets | T | 416BE27VS10 | ESVA | | 5 |
| 416BE27XL11 | Détecteur de bourrage | T | 416BE27VS10 | ESVA | | 10s |
| 416BE27HS11 | Arrêt d'urgence | T | 416BE27VS10 | ESVG | | 0s |
| 416BE27YJ11 | Puissance élévateur sortie BK1 | T | | | | |
| <i>Aéroglesseur Sortie Broyeur</i> | | | | | | |
| 416AS25YT11 | Température Matière (Haute) | W | | | 125 °C | |
| 416AS25YT11 | Température Matière (Très Haute) | T | 416DR13MT10 | EBVG | 135°C | |

Tableau 2.2 Liste des capteurs analogiques et logique de la séquence 416S04.

c Asservissement Séquence

| Tag | Ext | Description | Interl. dém. | Interl. arrêt | Arrêt Rapide | Arrêt séquent. | Remarque |
|--------|-----|---|--------------|---------------|--------------|----------------|----------|
| | | | GEVG | GAVG | GQSP | GBVG | |
| 416S04 | X1 | Séq. 416S02 : Transport ciment (416AS51) en marche | | | X | | |
| 416S04 | X2 | Séq. 416S03 : Ventilateur Tirage Séparateur 416FA43MT10 En Marche | | | | X | |

Tableau 2.3 L'asservissement de la séquence 416S04.

d Description du mode opératoire

D.1 DEMARRAGE SEQUENCE ET DESCRIPTION DE LA MARCHÉ

☐ Aérogilisseur Sortie Élévateur: 416AS29MT10

➤ Démarre si :

La séquence démarre.
Et
Séparateur Dynamique 416SP31VS10 est en marche.
Et
La vitesse séparateur >250tr/mn

➤ S'arrête si :

La séquence s'arrête.
Ou
Séparateur Dynamique 416SP31VS10 est arrêté

☐ Élévateur Sortie Broyeur: 416BE27VS10

➤ Démarre si :

La séquence démarre.
Et
Aérogilisseur Sortie Élévateur: 416AS29MT10 est en marche.
Et
Le vireur 416BE27MT20 à l'arrêt.

➤ S'arrête si :

La séquence s'arrête.
Ou
Aérogilisseur Sortie Élévateur: 416AS29MT10 est arrêté.

☐ Aérogilisseur Sortie Broyeur: 416AS25MT10

➤ Démarre si :

La séquence démarre.
 Et
 Élévateur Sortie Broyeur: 416BE27VS10 est en marche.

➤ S'arrête si :

La séquence s'arrête.
 Ou
 Élévateur Sortie Broyeur: 416BE27VS10 est arrêté.

D.2 ARRET DE LA SEQUENCE

- ❑ Arrêt des équipements dans l'ordre inverse du sens de démarrage [3].

2.4.2 Séquence Moteur BK1 416S05

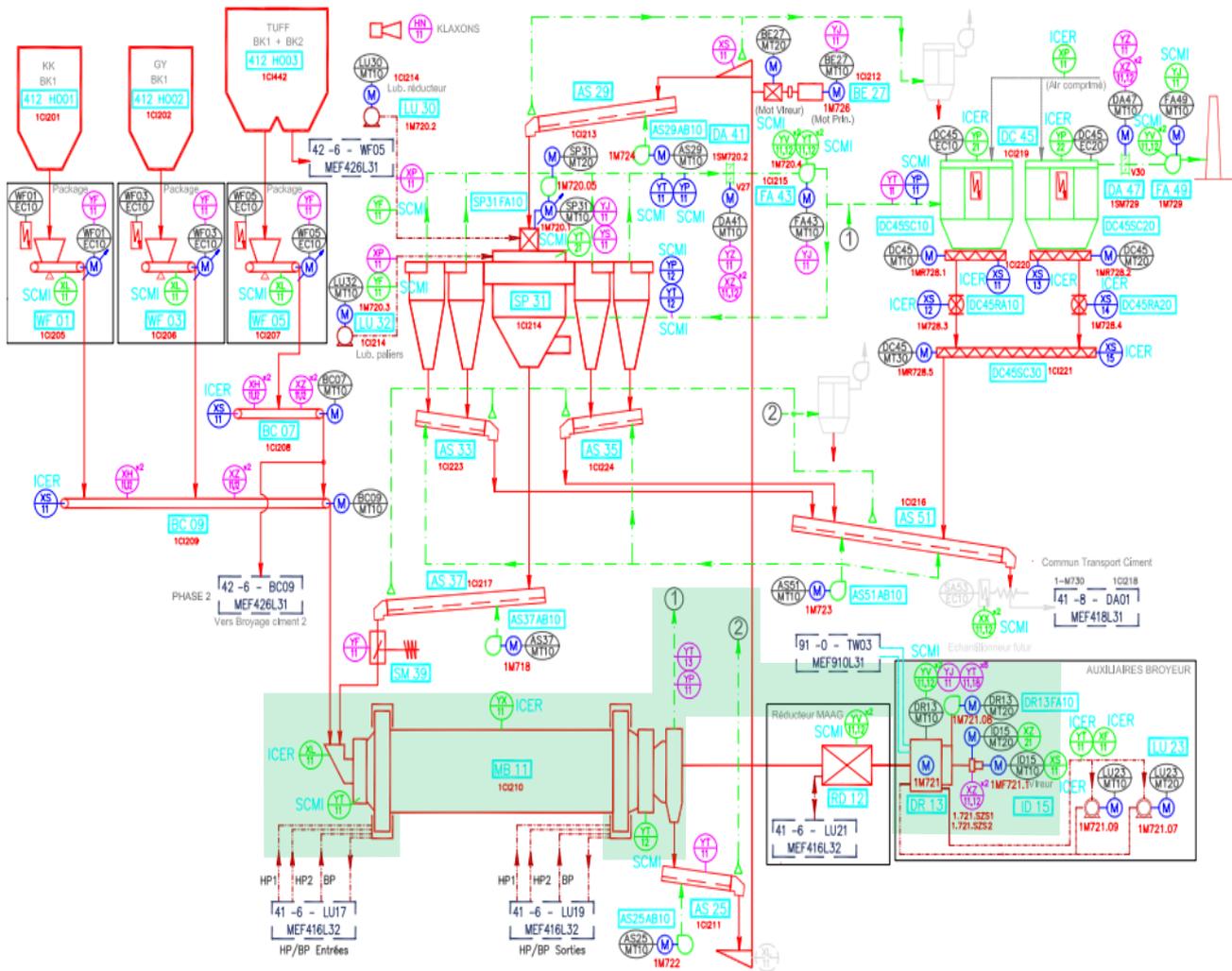


Figure 2.2 Flow sheet de Moteur BK1 416S05.

a Liste des Consommateurs

| Tag | Description | Conso. Essentiel | Ordre Marche | Ordre Arrêt | Remarques |
|---------------|--|------------------|--------------|-------------|---------------------|
| 416DR13MT20 | Ventilateur Refroidissement Moteur Broyeur | E | 1 | 1 | Fonctions spéciales |
| 416DR13MT10 | Moteur Principal Broyeur | E | 2 | 1 | / |
| Hors séquence | | | | | |
| 416DR13HT10 | Chauffage Moteur Broyeur | NE | - | - | / |
| 416ID15MT10 | Moteur Vireur Broyeur | NE | - | - | En local uniquement |

Tableau 2.4 Liste des consommateurs de la séquence 416S05.

b Liste des capteurs

| Tag | Description Tag | Description Défaut | Priorité | Interlock(Asservissement) | | Valeur Action (Unité) | Temps Délais (sec.) |
|-------------------|----------------------------|--------------------|----------|---------------------------|-------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | Equipement/ Séquence | Type Action | | |
| <i>Moteur bk1</i> | | | | | | | |
| 416DR13HS11 | Arrêt d'urgence | | T | 416DR13MT10 | ESVG | | |
| 416DR13YJ11 | Puissance BK1 | | I | | | | |
| 416MB11YX11 | Écoute - Chambre 1 Broyeur | | W | | | % | |

Tableau 2.5 Liste des capteurs logiques et analogiques de la séquence 416S05.

c Asservissement Séquence

| Tag | Ext | Description | Interl. dém. | Interl. arrêt | Arrêt rapide | Arrêt séquent. | Remarques |
|--------|-----|--|--------------|---------------|--------------|----------------|----------------------------|
| | | | GEVG | GAVG | GQSP | GBVG | |
| 416S05 | X01 | Séq. 416S02 : Séquence Auxiliaire En Marche | | | X | | Cf. Fonctions spéciales |
| 416S05 | X02 | Séq. 416S04 : Séquence Circuit Fermé En Marche | | | X | | |
| 416S05 | X03 | Séq. 416S06 : Séquence Alimentation Broyeur En Marche | | | X | | Cf. Si arrêtée depuis 15mn |
| 416S05 | X04 | Niveau Bas d'une Trémie Doseur | X | | | | |
| 420S99 | X05 | Pompes de recirculation tour de refroidissement BK2 | X | | | | |

Tableau 2.6 L'asservissement de la séquence 416S05.

d Description du mode opératoire

D.1 DEMARRAGE SEQUENCE ET DESCRIPTION DE LA MARCHE

- ❑ Ventilateur Refroidissement Moteur Broyeur: 416DR13MT20

- Démarre si :

La séquence démarre.

- S'arrête si :

La séquence s'arrête.

- ❑ Moteur principal broyeur: 416DR13MT10

- Démarre si :

La séquence démarre.

Et

Ventilateur Refroidissement Moteur Broyeur: 416DR13MT20 est en marche

- S'arrête si :

La Séquence s'arrête.

Ou

Ventilateur Refroidissement Moteur Broyeur: 416DR13MT20 est arrêté

D.2 ARRET DE LA SEQUENCE

- ❑ Arrêt des équipements dans l'ordre inverse du sens de démarrage.

E.2.1 Fonctionnement du Vireur

- ❑ Moteur Vireur Broyeur: 416ID15MT10

- Démarre si :

Mode local actif.

Et

La séquence: Auxiliaires broyeur BK1 est en marche complète.

Et

Frein hydraulique Vireur Broyeur: 416D15MT20 est desserré.

Et

Moteur broyeur 416DR13MT10 à l'arrêt

➤ S'arrête si :

Mode local n'est pas actif.

Ou

Moteur broyeur 416DR13MT10 en l'arrêt [3].

2.4.3 Séquence Alimentation BK1 416S06

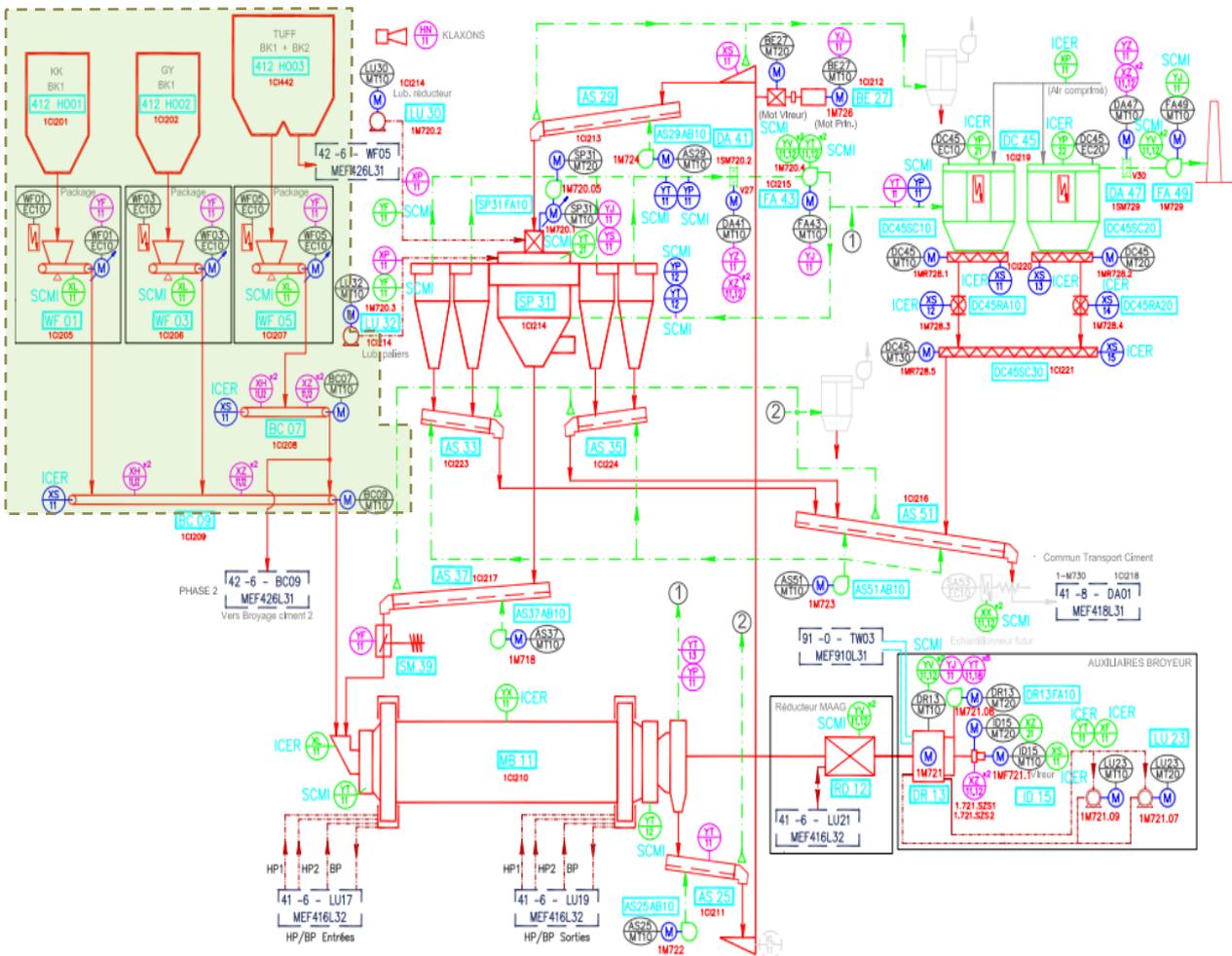


Figure 2.3 Flow sheet d'alimentation BK1 416S06.

a Liste des consommateurs

| Tag | Description | Conso Essentiel | Ordre Marche | Ordre Arrêt | Remarques |
|-------------|-------------------------------------|-----------------|--------------|-------------|----------------|
| 416BC09MT10 | Transporteur Entrée Broyeur | E | 1 | 5 | / |
| 416BC07MT10 | Transporteur Sortie Doseur Calcaire | E | 2 | 4 | Si sélectionné |
| 416WF01EC10 | Doseur Clinker | E | 2 | 3 | / |
| 416WF03EC10 | Doseur Gypse | E | 2 | 3 | / |
| 416WF05EC10 | Doseur Calcaire | E | 3 | 3 | Si sélectionné |
| 416PU01VN10 | Vanne Adjuvant | NE | 4 | 2 | Si sélectionné |
| 416PU01MT10 | Pompe Adjuvant | NE | 5 | 1 | Si sélectionné |

Tableau 2.7 Liste des consommateurs de la séquence 416S06.

b Liste des capteurs

| Tag | Ext | Description Tag | Description Défaut | Priorité | Interlock(Asservissement) | | Valeur Action (Unité) | Temps Délais (sec.) |
|------------------------------------|-----|-----------------------------|-------------------------|----------|---------------------------|-------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | | Equipement/Séquence | Type Action | | |
| <i>Transporteur Entrée Broyeur</i> | | | | | | | | |
| 416BC09MT10HS | | Transporteur Entrée Broyeur | Arrêt d'urgence | T | 416BC09MT10 | ESVG | | 0 |
| 416BC09XH11 | | Transporteur Entrée Broyeur | Arrêt d'urgence à câble | T | 416BC09MT10 | ESVG | | 0 |
| 416BC09XZ11 | | Transporteur Entrée Broyeur | Déport de Bande | T | 416BC09MT10 | ESVA | | 0 |
| 416BC09XS11 | | Transporteur Entrée Broyeur | Contrôleur de Rotation | T | 416BC09MT10 | EDRW | | 5 |
| 416BC09YF11 | | Transporteur Entrée Broyeur | Débit total | I | | | Tn/h | |

| Tag | Ext | Description Tag | Description Défaut | Priorité | Interlock(Asservissement) | | Valeur Action (Unité) | Temps Délais (sec.) |
|--|-----|-------------------------------------|-------------------------|----------|----------------------------|--------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | | Equipement/Séquence | Type Action | | |
| 416PU01YF11 | | Circuit adjuvant | Débit adjuvant | I | | | ml/min | |
| <i>Transporteur Sortie Doseur Calcaire</i> | | | | | | | | |
| 416BC07MT10HS | | Transporteur Sortie Doseur Calcaire | Arrêt d'urgence | T | 416BC07MT10 | ESVG | | 0 |
| 416BC07XH11 | | Transporteur Sortie Doseur Calcaire | Arrêt d'urgence à câble | T | 416BC07MT10 | ESVG | | 0 |
| 416BC07XZ11 | | Transporteur Sortie Doseur Calcaire | Déport de Bande | T | 416BC07MT10 | ESVA | | 0 |
| 416BC07XS11 | | Transporteur Sortie Doseur Calcaire | Contrôleur de Rotation | T | 416BC07MT10 | EDRW | | 5 |
| <i>Doseurs</i> | | | | | | | | |
| 416WF01XL11 | | Limiteur de Couche Doseur Clinker | Défaut | T T | 416WF01EC10 416PU01VN10 | ESVA VBVG | | 180s 05s |
| 416WF03XL11 | | Limiteur de Couche Doseur Gypse | Défaut | T | 416WF03EC10 | ESVA | | 180 |
| 416WF05XL11 | | Limiteur de Couche Doseur Calcaire | Défaut | T | 416WF05EC10 | ESVA | | 180 |
| 416WF01YF11 | | doseur Clinker | Débit doseur Clinker | I | | | Tn/h | |
| 416WF03YF11 | | doseur gypse | Débit doseur Gypse | I | | | Tn/h | |

| Tag | Ext | Description Tag | Description Défaut | Priorité | Interlock(Asservissement) | | Valeur Action (Unité) | Temps Délais (sec.) |
|-------------|-----|-----------------|-----------------------|----------|---------------------------|-------------|-----------------------|---------------------|
| | | | | | Equipement/Séquence | Type Action | | |
| 416WF05YF11 | | doseur Calcaire | Débit doseur Calcaire | I | | | Tn/h | |

Tableau 2.8 Liste des capteurs logiques et analogiques de la séquence 416S06.

c Asservissement Séquence

| Tag | Ext | Description | Interl. dém. | Interl. arrêt | Arrêt rapide | Arrêt séquent. | Remarques |
|--------|-----|---|--------------|---------------|--------------|----------------|-----------|
| | | | GEVG | GAVG | GQSP | GBVG | |
| 416S06 | X01 | Séq.416S05 : Séquence Moteur Broyeur En Marche | | | X | | |
| 416S06 | X02 | Sommes des Ratios validés différente de 100% | | | | X | Cf. |

Tableau 2.9 L'asservissement de la séquence 416S06.

d Sélections opérateurs

| Tag | Description Sélection | Remarques |
|------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Choix de la régulation | | |
| 416S06L01 | Sélection Calcaire | Cf. |
| 416S06L02 | Régulation Alimentation Totale | Ces sélections sont exclusives |
| 416S06L03 | Régulation Niveau Broyeur | |
| 416S06L04 | Régulation Puissance Élévateur | |
| 416S06L05 | Validation Ratios | Cf. |
| 416S06L06 | Circuit Adjuvant | |

Tableau 2.10 Liste des sélections de la séquence 416S06.

e Description du mode opératoire

E.1 DEMARRAGE SEQUENCE ET DESCRIPTION DE LA MARCHÉ

Transporteur Entrée Broyeur: 416BC09MT10

➤ Démarre si :

La séquence démarre

Et

Moteur Broyeur : 416DR13MT10 est en marche

➤ S'arrête si :

La séquence s'arrête.

Ou

Moteur Broyeur : 416DR13MT10 est arrêté

❑ Transporteur Sortie Doseur Calcaire: 416BC07MT10

➤ Démarre si:

La séquence démarre.

Et

Sélection Calcaire : 416S06L01 est activée

Et

Transporteur Entrée Broyeur: 416BC09MT10 est en marche

➤ S'arrête si:

La séquence s'arrête.

Ou

Sélection Calcaire : 416S06L01 est désactivée

Ou

Transporteur Entrée Broyeur: 416BC09MT10 est arrêté

❑ Doseur Clinker: 416WF01EC10

➤ Démarre si:

La séquence démarre

Et

Transporteur Entrée Broyeur: 416BC09MT10 est en marche

Et

Moteur séparateur en marche et la vitesse >250tr/mn

S'arrête si:

La séquence s'arrête.

Ou

Transporteur Entrée Broyeur: 416BC09MT10 est arrêté

Ou

Doseur Gypse: 416WF03EC10 est arrêt

Ou

Sélection Calcaire : 416S06L01 est activée

Et

Doseur Calcaire: 416WF05EC10 est arrêté

❑ Doseur Gypse: 416WF03EC10

➤ Démarre si :

La séquence démarre

Et

Transporteur Entrée Broyeur: 416BC09MT10 est en marche

Et

Doseur clinker 416WF01EC10 en marche.

➤ S'arrête si :

La séquence s'arrête

Ou

Transporteur Entrée Broyeur: 416BC09MT10 est arrêté

Ou

Doseur Clinker: 416WF01EC10 est arrêt

Ou

Sélection Calcaire : 416S06L01 est activée

Et

Doseur Calcaire: 416WF05EC10 est arrêté

❑ Doseur Calcaire: 416WF05EC10

➤ Démarre si:

La séquence démarre

Et

Sélection Calcaire : 416S06L01 est activée

Et

Transporteur Sortie Doseur Calcaire: 416BC07MT10 est en marche

Et

Doseur clinker 416WF01EC10 en marche.

Et

Doseur gypse 416WF03EC10 en marche.

Et

Nous n'avons pas un glissement de bande.

➤ S'arrête si:

La séquence s'arrête

Ou

Transporteur Sortie Doseur Calcaire: 416BC07MT10 est arrêté

Ou

Doseur Clinker: 416WF01EC10 est arrêté

Ou

Doseur Gypse: 416WF03EC10 est arrêté

Ou

Nous avons un glissement de bande.

❑ Vanne Adjuvant: 416PU01VN10

➤ S'ouvre si:

La séquence démarre

Et

Sélection Circuit Adjuvant : 416S06L06 est activée

Et

Transporteur Entrée Broyeur: 416BC09MT10 est en marche

Et

Doseur Clinker: 416WF01EC10 est en marche

➤ Se Ferme si:

La séquence s'arrête.

Ou

Sélection Circuit Adjuvant : 416S06L06 est désactivée

Ou

Transporteur Entrée Broyeur: 416BC09MT10 est arrêté

Ou

Doseur Clinker: 416WF01EC10 est arrêté

Pompe Adjuvant: 416PU01MT10

➤ S'ouvre si:

La séquence démarre

Et

Sélection Circuit Adjuvant : 416S06L06 est activée

Et

Vanne Adjuvant: 416PU01VN10 est ouverte

Et

Doseur Clinker: 416WF01EC10 est en marche

➤ Se Ferme si:

La séquence s'arrête.

Ou

Sélection Circuit Adjuvant : 416S06L06 est désactivée

Ou

Vanne Adjuvant: 416PU01VN10 est fermée

Ou

Doseur Clinker: 416WF01EC10 est arrêté

E.2 ARRET DE LA SEQUENCE

Arrêt des équipements dans l'ordre inverse du sens de démarrage [3].

2.5 Boucles de régulation

Il y'avait déjà trois boucles de régulation dans notre atelier :

- **416RG01** : Régulation de débit d'alimentation BK1 en fonction de débit d'alimentation doseurs.
- **416RG02** : Régulation de niveau broyeur en fonction de débit d'alimentation doseurs.
- **416RG03** : Régulation de la puissance de l'élévateur en fonction de débit d'alimentation doseurs.

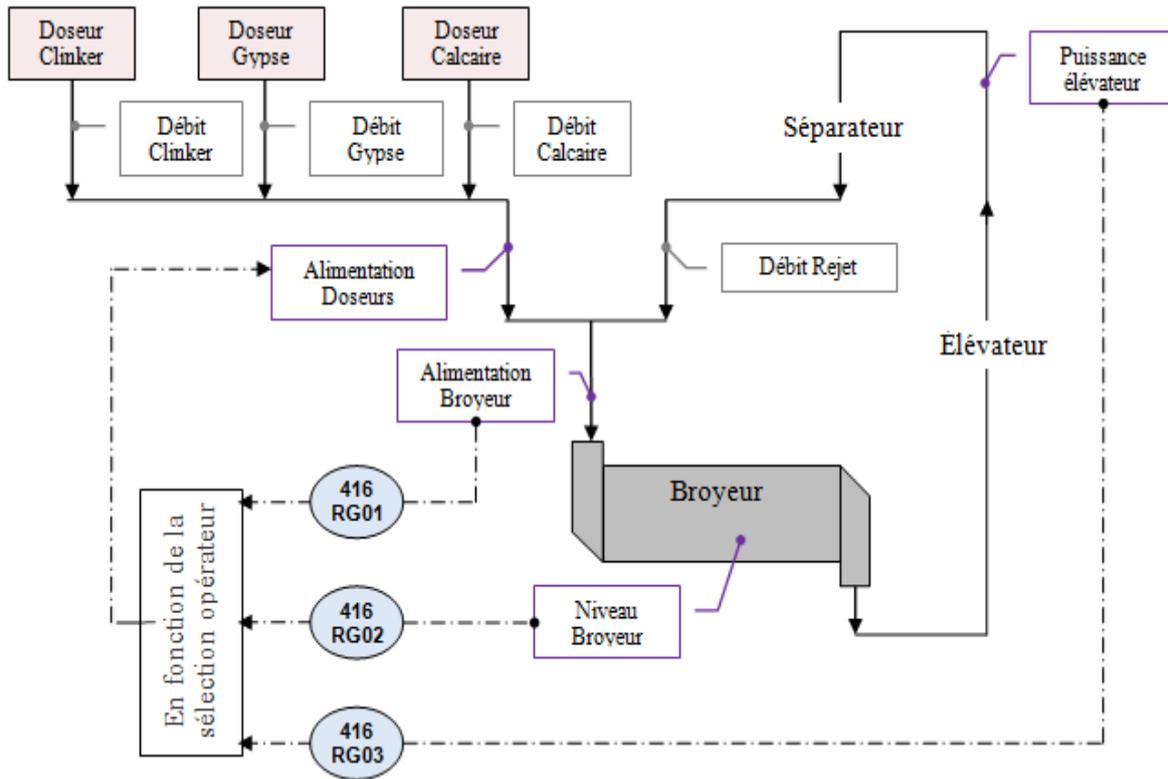


Figure 2.4 Boucle de régulation de l'atelier BK1.

➤ Pour la résolution de notre problématique nous allons ajouter une nouvelle boucle de régulation (**416RG04**).

- **416RG04** : Régulation de débit de l'adjuvant en fonction de débit total d'alimentation BK1.

2.6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons montré notre problématique et nous avons présenté une analyse fonctionnelle du processus de fabrication du ciment au niveau de l'atelier BK1. Dans le prochain chapitre nous allons présenter le logiciel utilisé et montrer la programmation que nous avons faite pour résoudre la problématique.

Chapitre 3 Configuration matériel et programmation

3.1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons définir le logiciel de programmation PCS7 et sa configuration matériel (API S7 400, ET200M, communication.....). Et nous allons déterminer comment l'utiliser pour programmer notre atelier BK1.

3.2 Le matériel de l'automatisme utilisé

Dans cette partie nous allons vous présenter le matériel de l'automatisme utilisé pour la commande de l'atelier BK1

3.2.1 L'API SIMATIC S7-400

Les API (Automates Programmables Industriels) sont apparues aux Etats-Unis vers 1969, où ils répondaient aux désirs des industries de l'automobile de développer des chaînes de fabrication automatisées qui pourraient suivre l'évolution des techniques et des modèles fabriqués [4].

a Principe de fonctionnement de l'automate programmable

L'automate programmable reçoit des données par ses entrées, celles-ci sont ensuite traitées par un programme défini, le résultat obtenu étant délivré par ses sorties. Ce cycle de traitement est toujours le même, quel que soit le programme, néanmoins le temps d'un cycle d'API varie selon la taille du programme et la puissance de l'automate [5].

Les caractéristiques principales d'un automate programmable industriel (API) sont :

Coffret, rack, baie ou cartes

- ✓ Compact ou modulaire.
- ✓ Tension d'alimentation.
- ✓ Taille de mémoire du sauvegarde (EPROM, EEPROM, pile, ...).

- ✓ Nombre d'entrées / sorties.
- ✓ Modules complémentaires (analogique, communication,..).
- ✓ Langage de programmation.

Dans notre atelier nous avons utilisé l'automate programmable S7-400 :

Le S7-400 (Figure 3.1) est une plateforme d'automatisation pour des solutions système dans l'industrie manufacturière et le génie des procédés, qui se distingue avant tout par sa modularité et ses réserves de puissance. Et le plus puissant API de la gamme des contrôleurs SIMATIC. Il permet de réaliser des solutions d'automatisation performantes [6].

Ses caractéristiques :

- ◆ Unités centrales (CPU) de capacités différentes.
- ◆ Module d'alimentation PS (Power Supply), pour la conversion des tensions réseau alternatives ou continues en tension de 5V ou 24V.
- ◆ Module de signaux SM pour entrées et sorties numériques et analogiques.
- ◆ Modules de fonction FM assurant les fonctions de positionnement, régulation et comptage.
- ◆ Les modules CP (port de communication) permettent de raccorder une CPU aux différents réseaux.



Figure 3.1 Automate programmable industriel (API) S7-400

3.2.2 ET200M

SIMATIC ET 200 est une famille de stations périphériques décentralisées très diversifiée pour l'installation en armoire ou le montage direct sur la machine sans armoire, ou encore pour l'emploi en zone à atmosphère explosible.

La modularité des stations ET 200 favorise leur adaptabilité et leur extensibilité graduelle : entrées/sorties TOR et analogiques, modules intelligents à fonction CPU, constituants de sécurité, départs-moteurs, dispositifs pneumatiques, variateurs de vitesse et divers modules technologiques

Les stations SIMATIC ET 200 pour le montage zéro armoire sont protégées par un boîtier robuste en matière plastique renforcée aux fibres de verre et sont donc résistantes aux chocs et à la saleté et étanches à l'eau. Par ailleurs, vous avez besoin de moins de composants supplémentaires, faites des économies de câblage et profitez des temps de réaction très courts [7].

Parmi la famille de ET200 il y'a le ET200M :

Le système de périphérie décentralisée ET 200M est de conception modulaire avec indice de protection IP20. Elle peut être configurée avec 12 modules de périphérie : des modules d'entrées/sorties haute densité (par ex. 64 entrées TOR).

Il n'y a pas de règles pour l'emplacement des modules. La configuration avec des modules de bus actifs permet de remplacer et d'ajouter des modules en cours de fonctionnement (hot swapping).

Le raccordement à PROFINET et PROFIBUS s'effectue par l'intermédiaire de coupleurs [7].



Figure 3.2 ET-200M.

3.3 Le réseau de notre projet

Afin d'intégrer la nouvelle station décentralisé ET200M dans les réseaux automate et informatique, nous avons proposé l'architecture suivante :

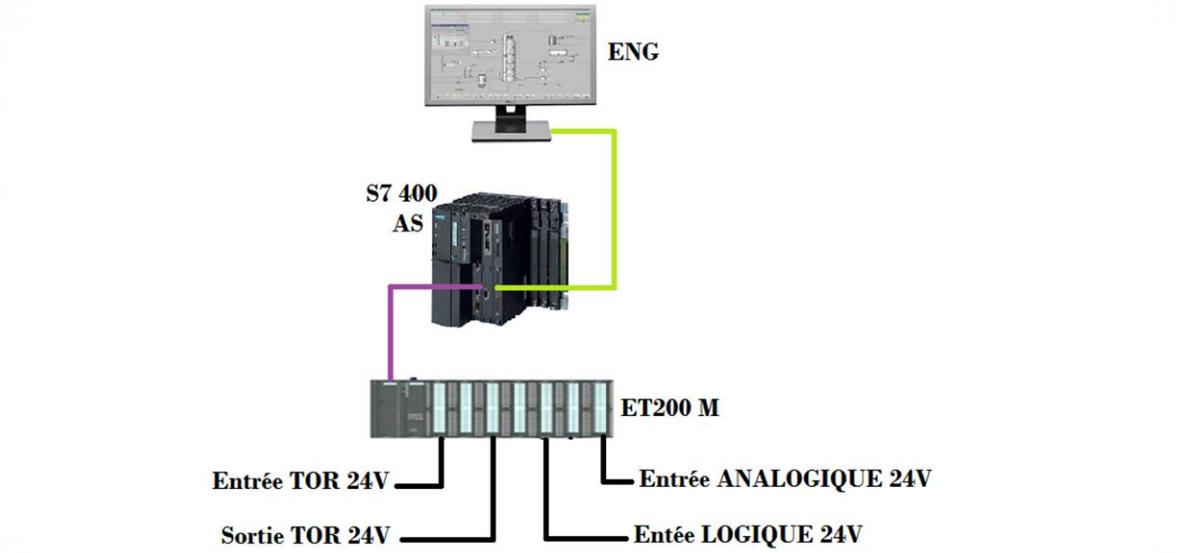


Figure 3.3 Le réseau de notre projet.

Le réseau contient une station ingénieur qui permet de commander un automate S7-400 dans un réseau Ethernet (informatique). L'automate contrôle une station ET-200M dans un réseau Profibus (automate).

3.4 Architecture de la solution d'automatisation proposée

La solution proposée est basée sur le système SIMATIC PCS7 (Process Control System 7) de Siemens. Ce dernier est un système de contrôle de procédés caractérisé par une architecture évolutive unique et des propriétés exceptionnelles. Il représente la base idéale pour la réalisation à coûts modérés et l'exploitation économique d'installations de contrôle-commande.

L'architecture du système SIMATIC PCS7 est conçue de telle sorte que le système contrôle commande soit configuré de manière optimale selon le cahier de charges imposé. Par ailleurs, il est possible à tout moment, d'augmenter ou de modifier les capacités du système de commande.

La plateforme du système PCS7 est essentiellement une extension software de l'automate programmable S7-400 et du logiciel de supervision WinCC de Siemens. Ces

extensions sont sous forme de bibliothèques et de fonctionnalités intégrées qui permettent de programmer l'automate S7-400 et de réaliser des interfaces homme-machine d'une façon plus simple et plus efficace par rapport au logiciel de programmation STEP7 [8].

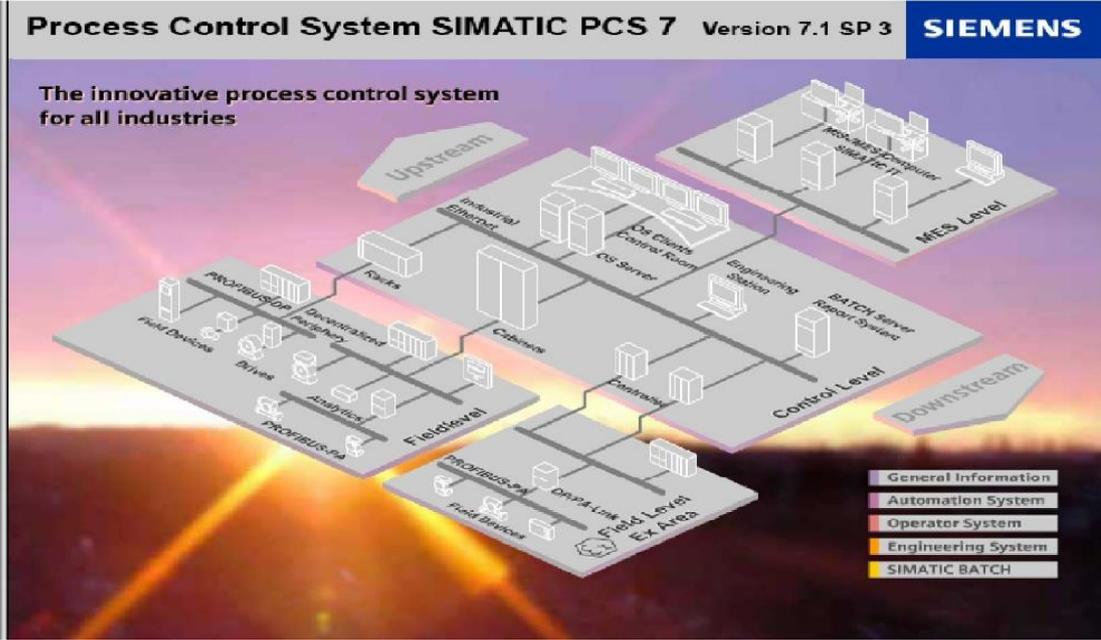


Figure 3.4 Architecture du système PCS7.

Afin de réduire la complexité et le coût des installations, les modules de communication ET200M sont utilisés. Ces derniers sont des stations d'entrées/sorties modulaires qui sont utilisés pour relier l'automate S7-400 à des modules d'entrées/sorties décentralisés. La communication entre l'automate et la station ET200M est réalisée à l'aide du bus de terrain PROFIBUS. Les convertisseurs OLM (PROFIBUS vers fibre optique) servent à faire communiquer les signaux PROFIBUS par l'intermédiaire de la fibre optique. Les convertisseurs permettent d'étendre la transmission série 4 km (fibre multi mode) jusqu'à 45 km (fibre monomode).

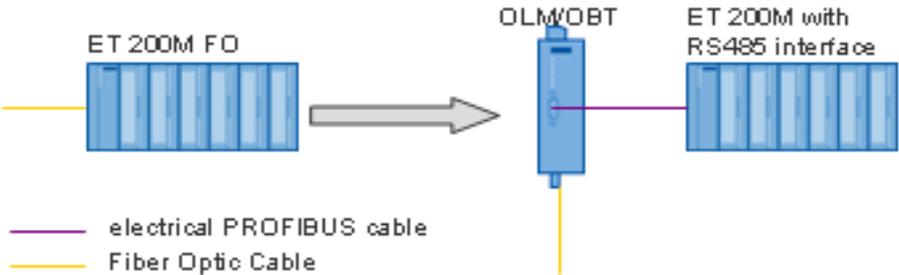


Figure 3.5 Conversion PROFIBUS-fibre optique.

3.5 Le logiciel de programmation SIMATIC PCS7

PCS 7 est un système de conduite de process qui, grâce à de nombreuses fonctions automatiques, nous assiste lors de la configuration. Nous créons ainsi un projet rapidement et facilement. PCS7 nous offre parallèlement de nombreuses possibilités pour créer des solutions individuelles et spécifiques au projet, adapté à nos besoins.

Un projet PCS7 est constitué des objets suivants :

- SIMATIC Manager : portail d'accès à toutes les autres applications utilisées pour créer un projet PCS7.
- HW configuration : Configuration de l'ensemble du matériel d'une installation.
- Editeur CFC et SFC : Création de diagrammes CFC et de commandes séquentielles. [8].

3.5.1 Création d'un nouveau projet

Il faut d'abord démarrer le SIMATIC Manager.

Pour créer un nouveau multi projet dans le PCS7 nous devons suivre les deux étapes suivantes :

- Créer un nouveau projet.
- Nous choisissonsle multi-projet.
- Donner un nom pour Le fichier (CIMENT_B).
- Nous pouvons choisir un autre répertoire, il suffit de cliquer sur parcourir et sélectionner le répertoire puis confirmer par OK.
- Le projet que nous avons créé sera installé dans le répertoire suivant :
(C:/SIEMENS/STEP7/s7proj.)
- Une fois terminer tous les choix, confirmer par OK.

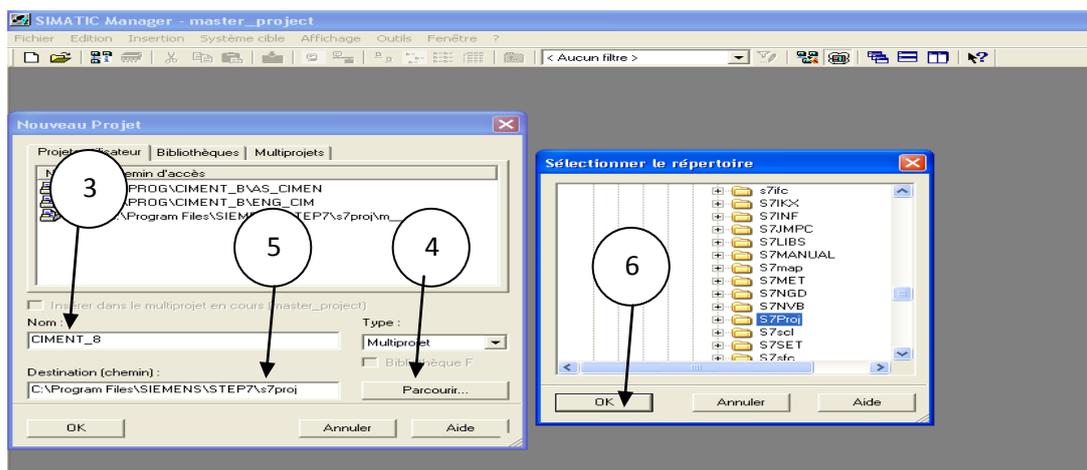
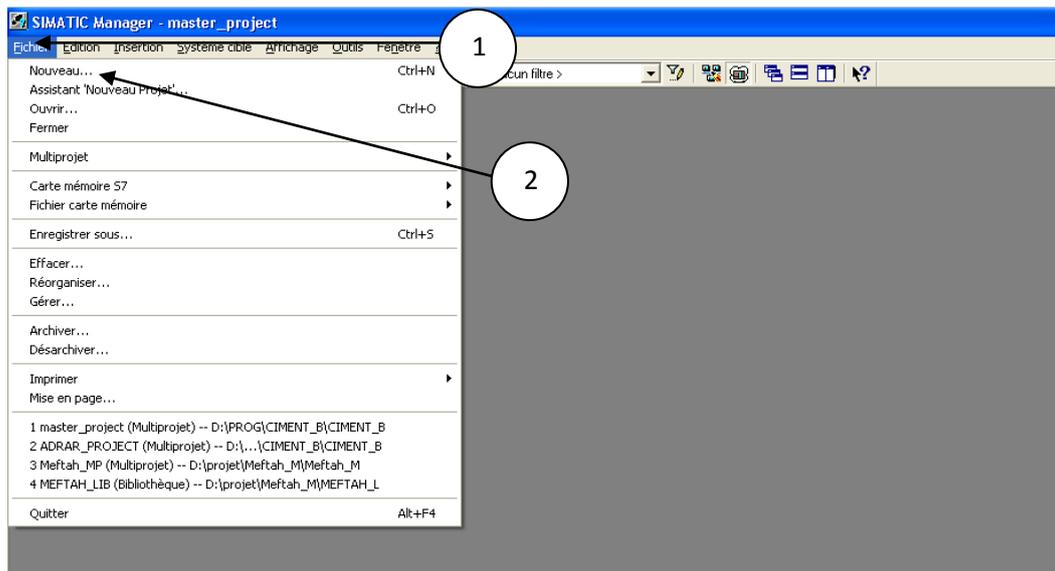


Figure 3.6 Les six premières étapes pour créer un nouveau projet.

-Dans le multi projet nous créons le 1^{er} projet TEST :

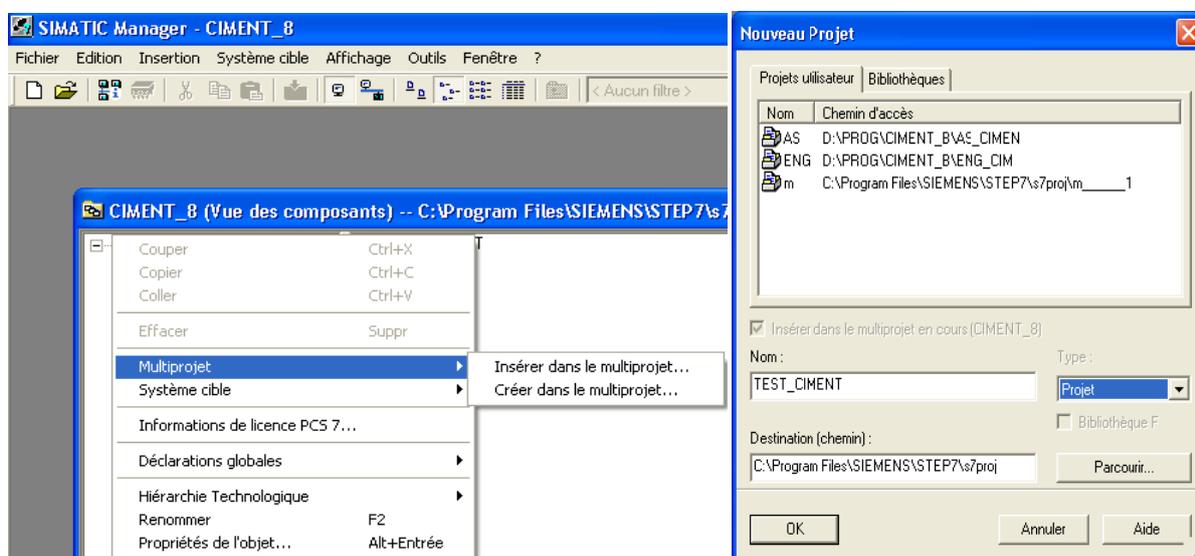


Figure 3.7 Création d'un projet test.

Pour créer une bibliothèque, nous suivons les mêmes étapes (CIMENT_B / multi-projet/ insérer dans le multi-projet) mais nous cliquons sur (Bibliothèques) et nous faisons le choix (PRO_LIB) et confirmer par OK.

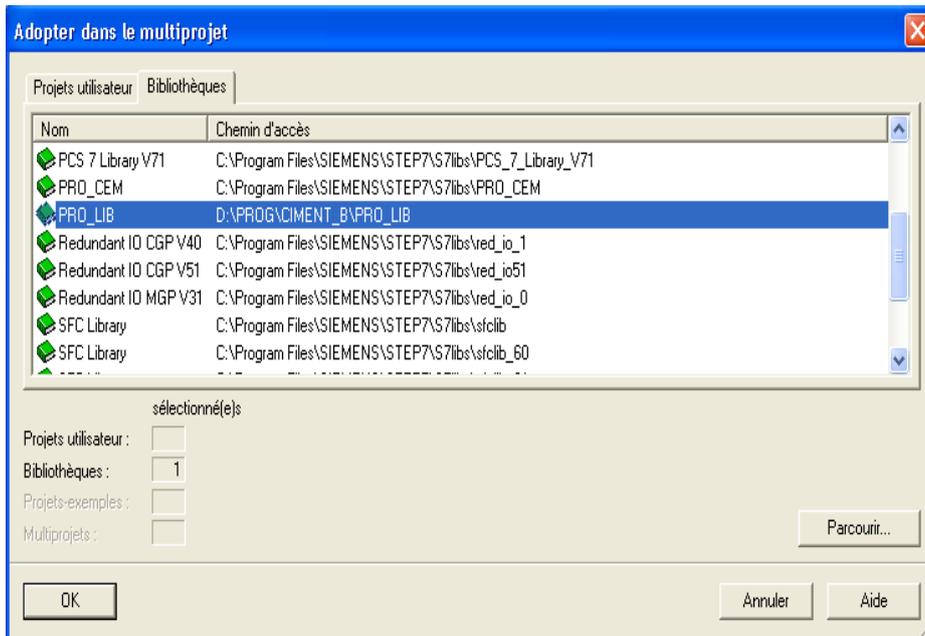


Figure 3.8 Création de la bibliothèque de notre projet.

Nous allons définir la bibliothèque que nous avons choisi (**PRO_LIB**) comme une bibliothèque principale en suivant l'étape suivante :

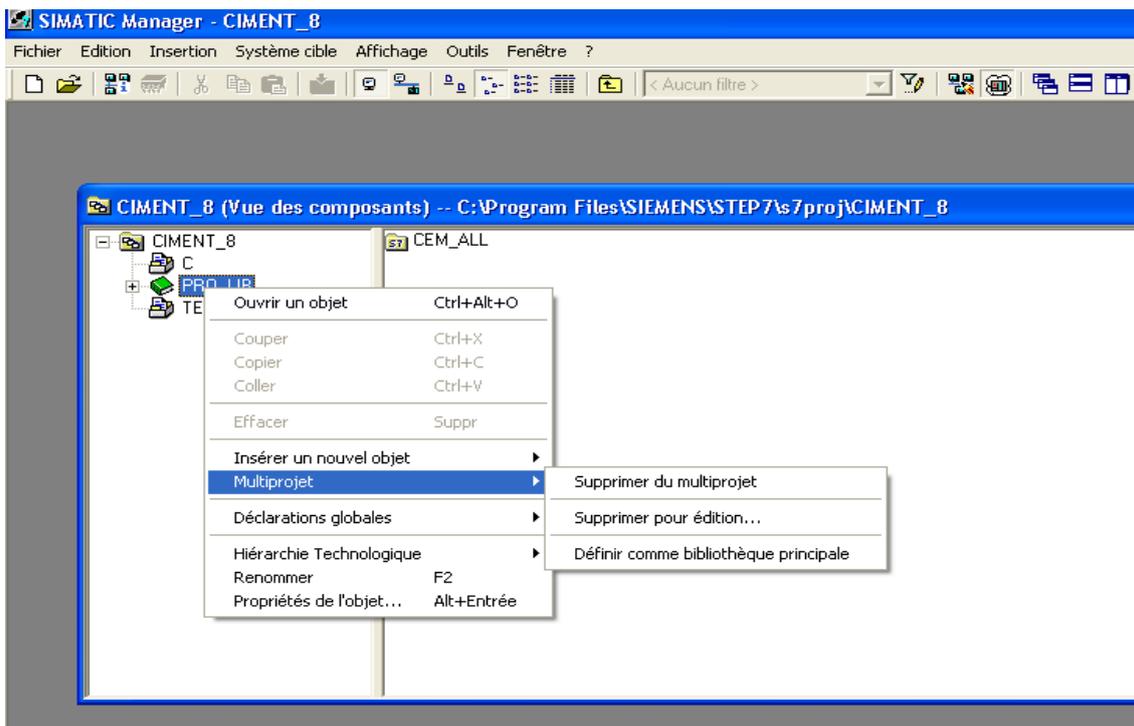


Figure 3.9 Définir la bibliothèque PRO_LIB comme une bibliothèque principale.

Une fois les projets sont créés et nommés, nous devons créer les stations AS et OS dans la vue composante du SIMATIC manager à l'aide du bouton droit de la souris pour insérer le nouvel objet ou dans la configuration réseau selon la configuration de matériel de notre usine.

-Nouvelle AS(1)(Station Automate -SIMATIC 400)

-OS(2)(station opérateur)



Figure 3.10 Création des stations AS et OS.

Avec cette étape nous avons terminé la création d'un nouveau projet et nous avons obtenu trois vues.

3.5.2 Signification des vues dans SIMATIC Manager

SIMATIC Manager est l'écran d'accueil de la programmation avec PCS7. Cette application propose trois vues différentes. La caractéristique essentielle est que les objets qu'elles contiennent n'existent en réalité qu'une seule fois, mais qu'ils sont affichés et peuvent être traités dans chacune de ces vues.

a Vue des composants

Elle représente l'emplacement physique des objets individuels, par exemple : des diagrammes et des blocs. Dans cette vue, nous pouvons visualiser quels blocs et quels diagrammes appartient à la station d'automatisation (automate S-400).

b Vue technologique

Elle représente la structure hiérarchique exacte de notre installation. Nous pouvons diviser de manière claire notre installation en unités et voir quels diagrammes ou quels synoptiques appartiennent à quelle unité.

c *Vue d'objets de processus*

Elle affiche des détails sur les objets individuels de la vue technologique. Elle convient en particulier lorsqu'on veut paramétrer, commenter ou connecter les objets qui existent dans le projet [8].

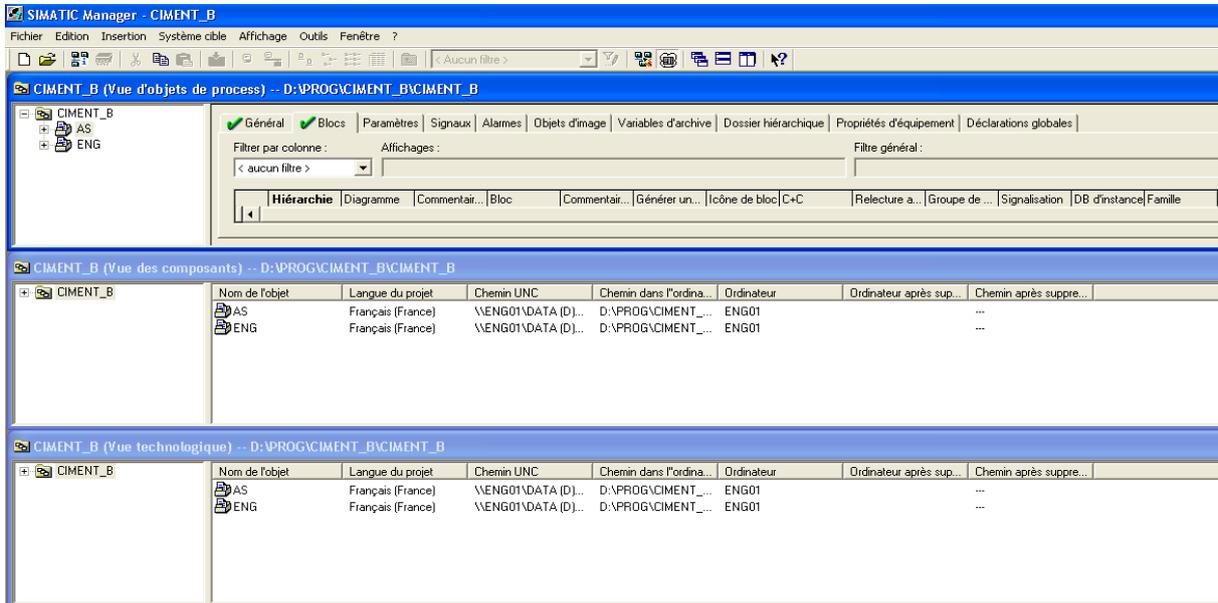


Figure 3.11 Les différentes vues d'un multi projet.

3.5.3 Configuration matériels

Les différentes configurations constituant le système PCS7 "Assistant Nouveau projet" sont l'AS, l'OS et les liaisons correspondantes.

Pour ce faire, nous devons effectuer les opérations suivantes :

a *Configuration matériel de la station AS*

- Dans la vue de composant au niveau de la station AS, on fait double click sur la configuration matérielle
- Suivant le cahier de charge, nous allons appeler les composants (le matériel) qui sont trouvés dans la bibliothèque

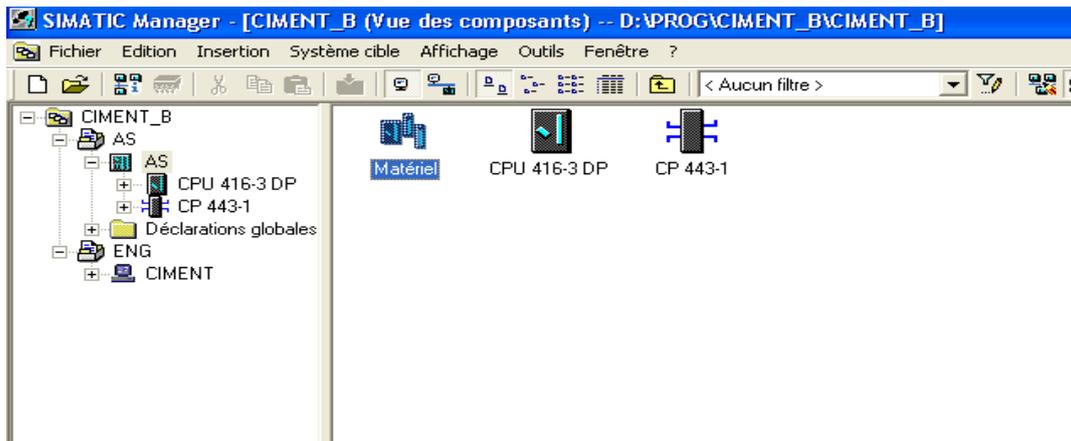


Figure 3.12 Première étape pour la configuration matérielle.

- Le premier matériel que nous allons représenter, est le RACK(UR2) de S7-400, qui contient 8 emplacements. A partir de Fenêtre "Catalogue du matériel" sur SIMATIC 400 > RACK-400 > UR2.
- Le deuxième matériel que nous allons représenter est l'alimentation PS407 10A, nous le place à la première position du rack à partir de "Catalogue du matériel" sur (SIMATIC-400>PS-400> Standard PS-400> PS 407 10A).
- Le troisième matériel à configurer est la CPU 416-3 DP, dans la troisième position du rack nous le met à partir du "Catalogue du matériel" sur (SIMATIC-400>CPU-400> CPU 416-3 DP>6ES7 416-3XR05-0AB0 > V5.3).
- Le quatrième matériel à configurer est module de communication Ethernet Cp 443-1.
- Ensuite, nous allons déclarer la carte de communication CP

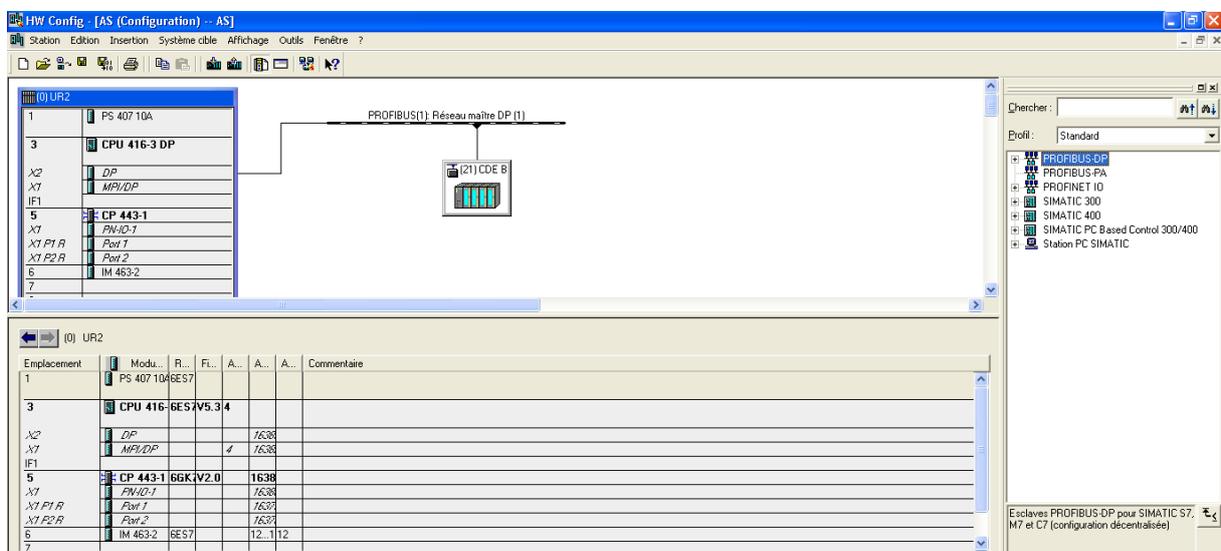


Figure 3.13 Déclaration de la carte de communication CP.

- Après la déclaration du matériel de la station centralisé, nous allons déclarer la station décentralisé L'ET200M (IM 153-1).
- La sélectionne se fait à partir du "Catalogue du matériel" sur (PROFIBUS DP>ET200M> IM 153-1(6ES7153-1AA03-0XB0).
- Nous choisissons l'adresse du RROFIBUS et nous confirmons par OK.

b Configuration de la station ingénieur ENG

Dans la vue des composants, on sélectionne le projet ENG (Engineering) et nous créons une nouvelle station SIMATIC PC. Cette station permet de réaliser une interface homme-machine pour les tâches de supervision.

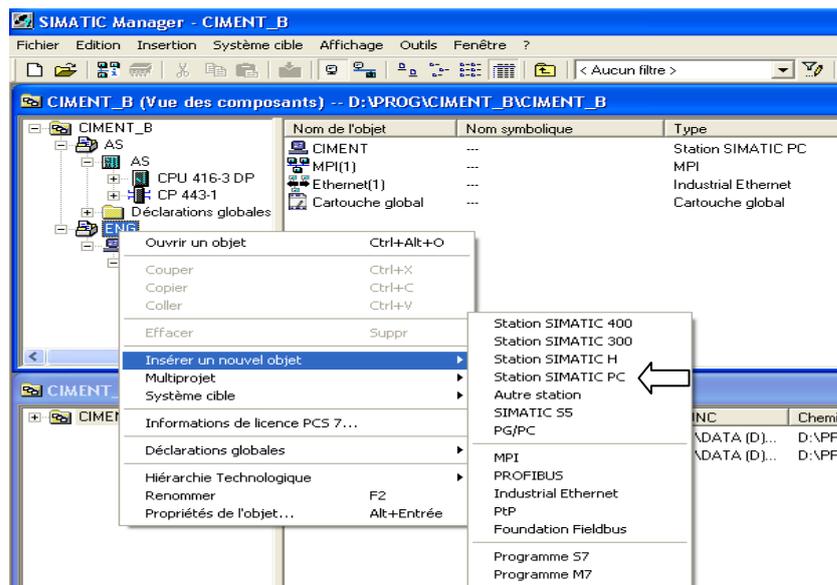


Figure 3.14 Création d'une station SIMATIC PC (CIMENT).

- Ouvrir la configure sur (station SIMATIC PC => configuration)
- Après l'ouverture de configuration, nous avons commencé par :
 - Sélectionner le rack.
 - Puis choisir à partir de "Catalogue du matériel" sur PC SIMATIC > IHM > WINCC Application et on fait double click.
 - Puis choisir à partir de "Catalogue du matériel" : station PC SIMATIC > CP-industriel Ethernet > Générale IE > SW V6.2 SP1.
 - Choisir le réseau et confirmer par OK.

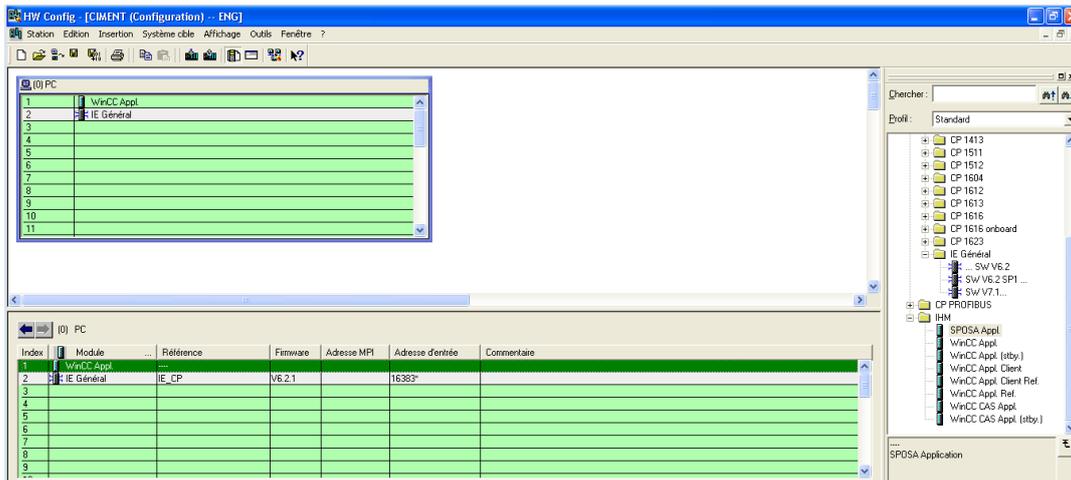


Figure 3.15 Configuration de l'OS.

c Configuration des connexions réseau

La configuration des connexions réseau permet de définir le type de liaison entre les différentes stations du projet, à savoir la station AS, la station ET200M et la station SIMATIC PC (CIMENT).

- Sur « CIMENT_B » AS (vue des composants) on sélectionne "la configuration de réseau"
- Ouvrir l'icône de MPI(1)

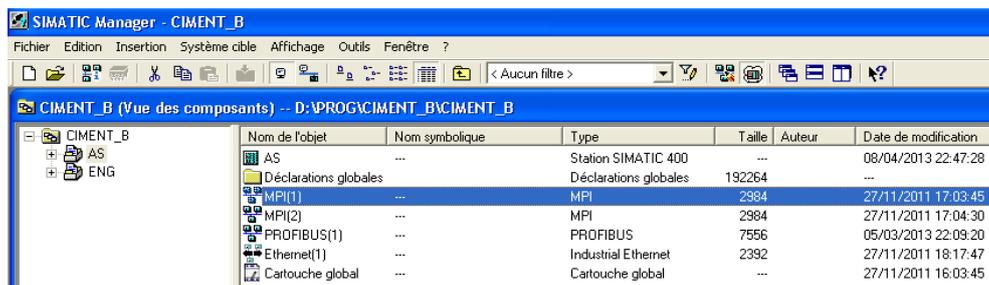


Figure 3.16 L'icône MP1 sur la configuration réseau.

- Dans notre cas, la communication entre la station AS et la station ET200M se fait par PROFIBUS, et entre la station AS et la SIMATIC PC par Ethernet industriel.

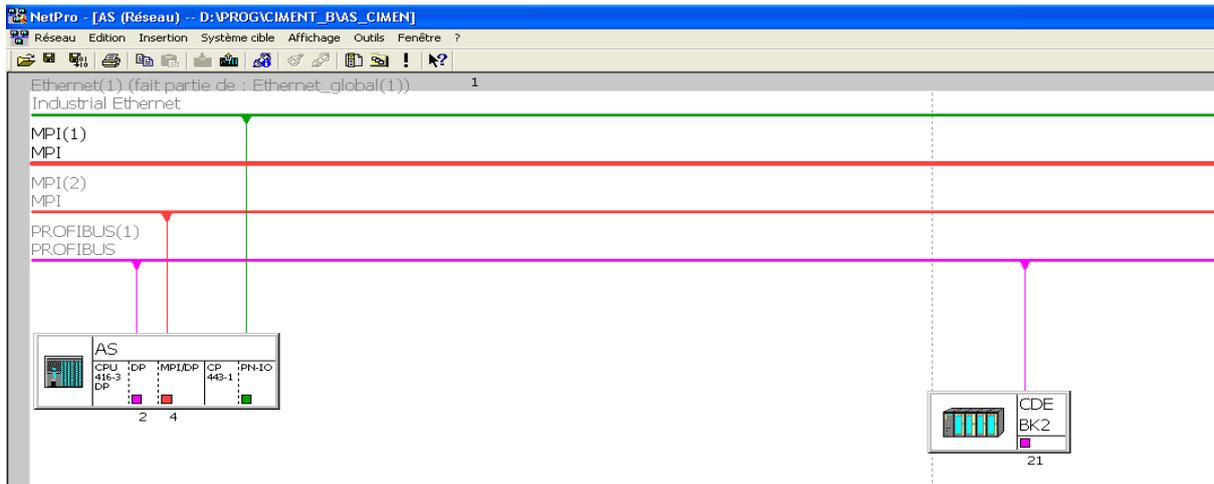


Figure 3.17 Configuration réseau.

3.6 Programmation de notre atelier avec le PCS7

Le développement du programme se fait principalement dans la vue technologique du SIMATIC MANAGER, la partie commande représente les étapes du passage du programme sur le logiciel SIMATIC PCS7.

3.6.1 Création des dossiers hiérarchiques

Après l'ouverture de la vue technologique nous avons créé un dossier hiérarchique dans la station AS.

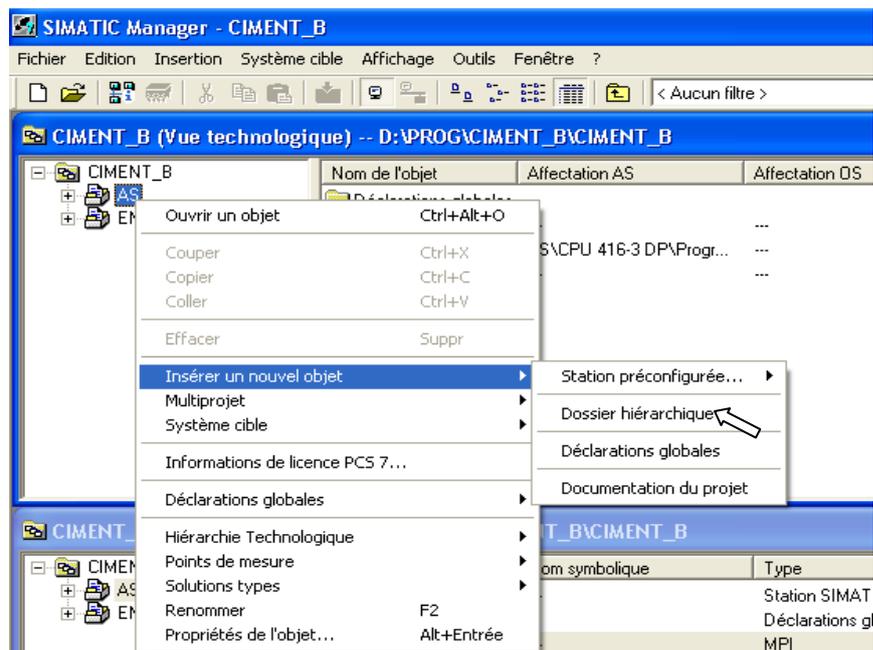


Figure 3.18 Insertions du dossier hiérarchique (CIMENT)

Dans ce dossier hiérarchique (CIMENT) nous allons créer un autre dossier (BK1) qui représente tout l'atelier et qui contient trois autres dossiers hiérarchiques (416S04, 416S05, 416S06) sont les séquences de notre atelier.

Pour l'organisation de notre travail nous avons créé des autres dossiers hiérarchiques dans chaque dossier de séquence selon les instruments de notre atelier BK1 (CAPTEURS, MESURES, REGULATION)

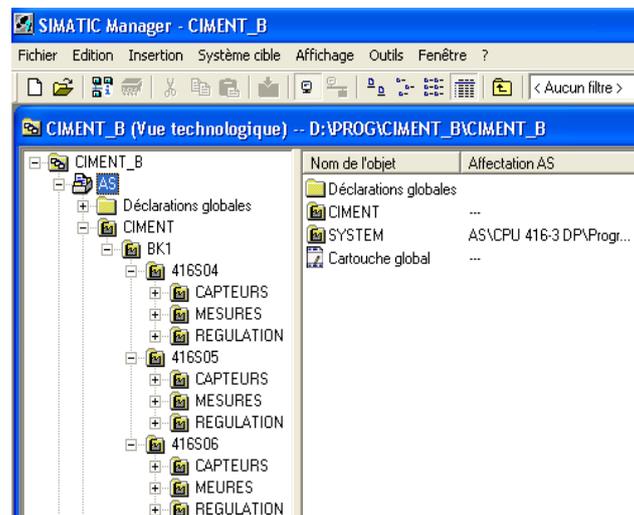


Figure 3.19 Les dossiers hiérarchiques de notre programme.

- **Les dossiers hiérarchiques « 416S04 (circuit fermé), 416S05 (Moteur BK1), 416S06 (Alimentation de BK1)» :** chaque dossier contient les diagrammes CFC des consommateurs, et le groupe de ces dernières. Il contient aussi trois dossiers hiérarchiques qui représentent :

Capteurs : Tout ce qui est capteur logique.

Mesures : Il contient les mesures des capteurs analogiques.

Régulateurs : Pour les boucles de régulation.

- **le dossier système c'est pour l'ingénierie.**

3.6.2 Création de bloc CFC

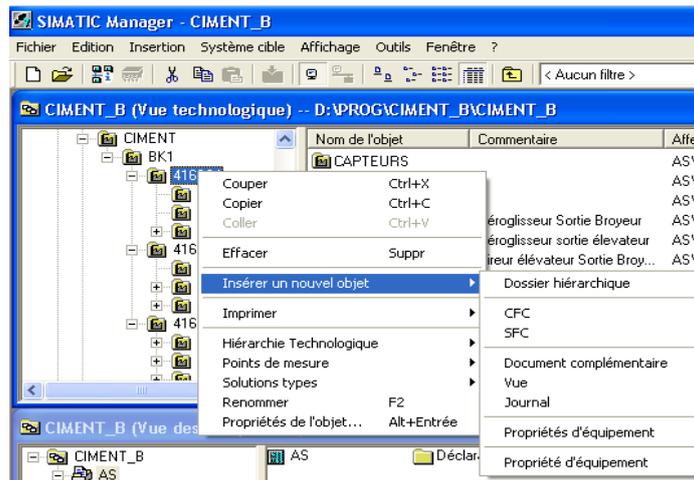


Figure 3.20 Création d'un bloc CFC.

Le bloc CFC (Continuous Function Chart) est un éditeur graphique basé sur le logiciel PCS7. Il permet d'élaborer une architecture logicielle globale pour une CPU à partir des blocs préprogrammés. Pour ce faire, les blocs sont insérés dans des diagrammes fonctionnels et interconnectés.

Par défaut, l'éditeur CFC présente la structure suivante :

- La partie droite de l'éditeur : affiche un diagramme CFC vide, sur cette surface nous insérons les blocs dont nous avons besoin pour décrire notre processus.
- La partie gauche de l'éditeur : contient le catalogue avec les blocs les bibliothèques et les diagrammes.

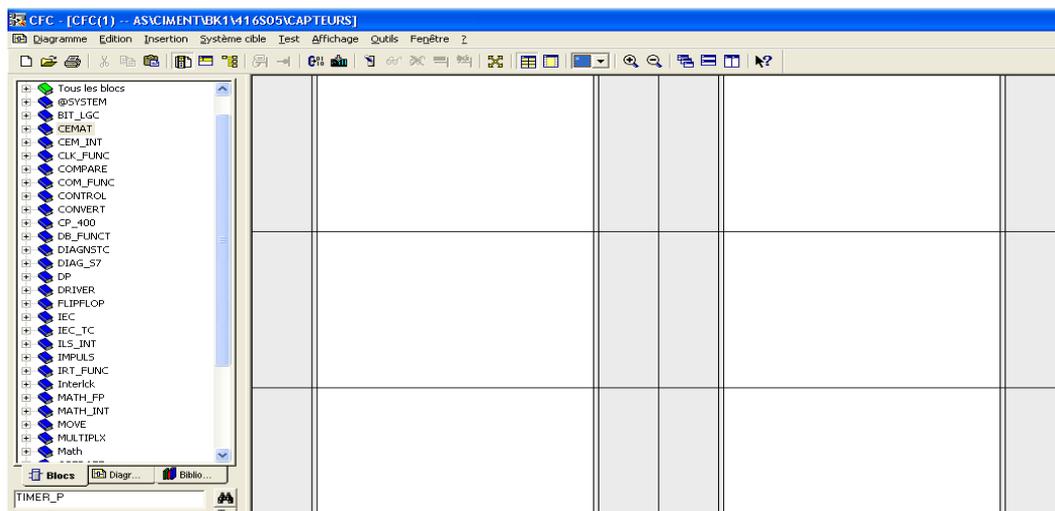


Figure 3.21 L'éditeur CFC.

Chaque diagramme comporte jusqu'à 26 partitions. Lorsque nous créons un nouveau diagramme, il comporte une seule partition. Chaque partition comporte six feuilles. La disposition des feuilles individuelle dans la vue d'ensemble (6 feuilles) s'effectue dans l'ordre indiqué.

Le catalogue possède trois pages d'onglet :

- **Blocs** : dans laquelle il y a tous les blocs qu'on a besoin pour d'écrire notre processus après avoir créé la bibliothèque CEMAT.
- **Diagrammes** : dans laquelle il y a tous les diagrammes que nous avons créé dans la hiérarchie technologique.
- **Bibliothèque** : dans laquelle il y a de manière standard toutes les bibliothèques que PCS7 met à notre disposition et bien sûr notre bibliothèque principale.

Toutes les tâches que nous réaliserons dans l'éditeur CFC seront automatiquement enregistrées par PCS7 [8].

3.6.3 Description du système CEMAT

CEMAT est un système de contrôle basé sur SIMATIC PCS7, c'est un contrôleur de processus traditionnel du système de Siemens. Il propose une architecture ouverte et moderne et unique, ainsi qu'une garantie d'utilisation future et une solution économique pour l'industrie du ciment.

CEMAT fait usage de toutes les fonctionnalités de SIMATIC PCS7 et il ajoute une autre philosophie de fonctionnement de l'installation et de diagnostic de défauts. Son intégration au PCS7, a apporté de nombreuses améliorations, grâce à la bibliothèque " PRO_LIB " qui contient tous les blocs qui sont nécessaires pour un fonctionnement de PLC CEMAT [9].

3.6.4 Structure du programme

Le programme de commande est structuré en plusieurs blocs. Chaque bloc comporte une liste des paramètres d'entrée et de sortie, qui peuvent être connectés soit à un signal ou paramétrés à une valeur. Chaque bloc a un code qui l'identifie.

Tous ces blocs sont trouvés dans La partie gauche de l'éditeur (CFC), il faut juste les faire glissés vers la partie droite de l'éditeur et Donner le nom et un commentaire pour chaque bloc après se faire cliquer deux fois sur le bloc

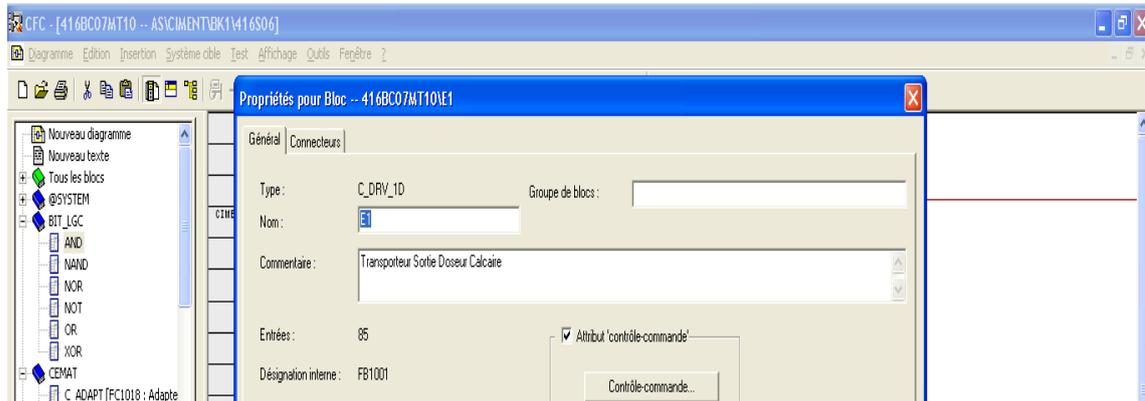


Figure 3.22 Comment nommer un bloc.

- Après la déclaration des blocs CFC dans chaque séquence de notre atelier, nous commençons la programmation dans ces blocs.

a Programmation d'un Groupe avec un moteur

- **Le bloc groupe moteur (C_GROUP)**

Le bloc de type **C_GROUP** super ordonné pour le démarrage et l'arrêt et pour le contrôle des parties de l'installation technologique groupés. Il permet de visualiser les conditions de fonctionnement d'une partie de l'installation qui s'affiche à l'écran un affichage de l'état, et un diagnostic de défaut détaillé (appelle d'état). Le module de groupe génère des messages d'exploitation pour commencer et s'arrêter.

- **Le bloc moteur unidirectionnel (C_DRV_1D)**

Le bloc **C_DRV_1D** peut être utilisé pour commander tous les moteurs unidirectionnels. La marche et l'arrêt peuvent être réalisés en trois modes de fonctionnements différents :

- En mode automatique : le moteur démarre ou s'arrête par un bloc du groupe super ordonné.
- En mode de démarrage individuel : il permet le démarrage ou l'arrêt individuellement via l'opérateur par la vue de la supervision.
- En mode local : le moteur peut être démarré ou arrêté par les boutons poussoir installés localement ESR (bouton d'arrêt) ESP (bouton démarrage).

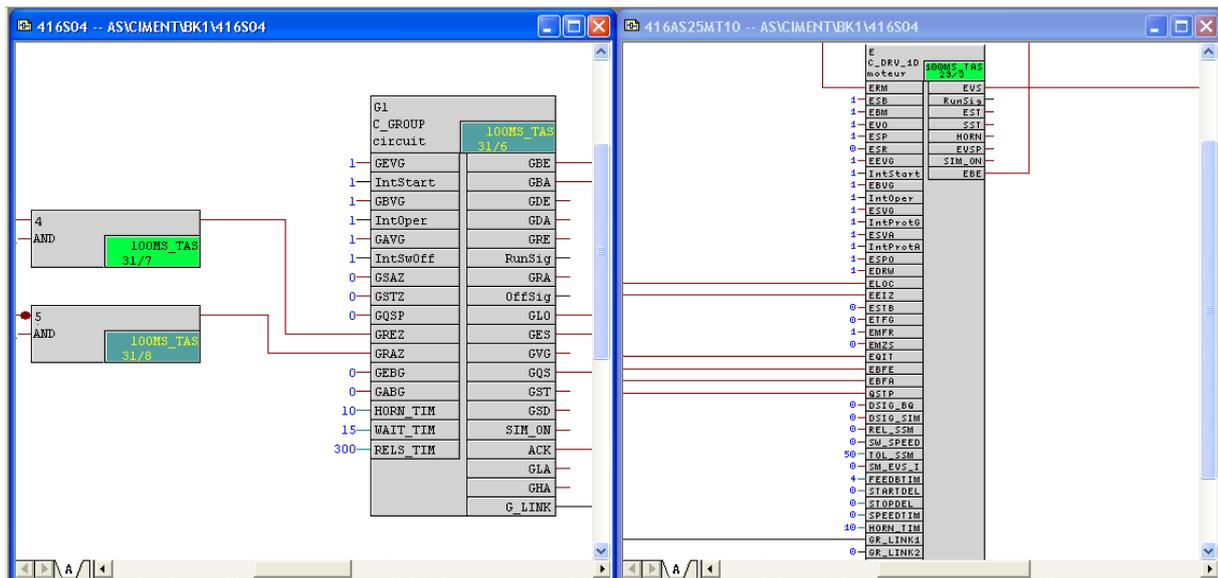


Figure 3.23 Exemple des connexions entre un groupe et un drive.

Connecter :

- L'interface **ERM** du moteur avec l'interface **EBE** pour le retour marche
- L'interface **LOC** du moteur avec l'interface **GLO** du groupe pour le démarrage de moteur en mode local via l'opérateur
- L'interface **GQS** du moteur avec l'interface **QSTP** du groupe pour l'arrêt du moteur
- L'interface **ACK** du moteur avec l'interface **EQIT** du groupe pour l'acquiescement du moteur
- L'interface **EEIZ** du moteur avec l'interface **GES** du groupe pour la lecture du mode de démarrage individuelle
- L'interface **EBFE** du moteur avec l'interface **GBE** du groupe pour démarrer le moteur en mode automatique
- L'interface **EBFA** du moteur avec l'interface **GBA** du groupe pour l'arrêt de moteur en mode automatique
- L'interface **GR_LINK1** du moteur avec l'interface **G_LINK** du groupe pour relier tous les équipements de groupe
- Tous les interfaces **EVS** des moteurs trouvés dans la séquence avec l'interface **GREZ** du groupe pour la confirmation de démarrage de tous les équipements de groupe (nous utilisons un bloc logique **and**)
- Tous les interfaces **EVS (inversé)** des moteurs trouvés dans la séquence avec l'interface **GRAZ** du groupe pour la confirmation d'arrêt des tous les équipements de groupe (nous utilisons un bloc logique **and**)

b Programmation d'une vanne avec un groupe

➤ Le bloc moteur «C_VALVE »

Le bloc C_VALVE est utilisé pour commander toutes les électrovannes. Illustre les principaux connecteurs de bloc.

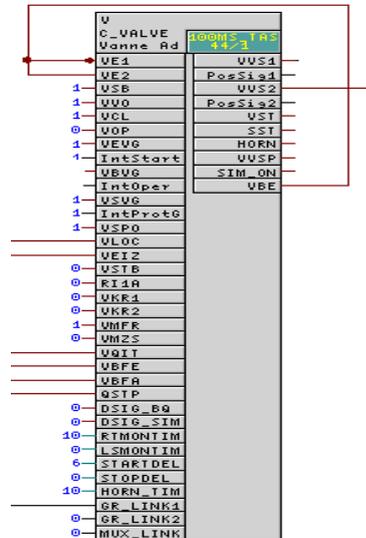


Figure 3.24 Exemple des connexions entre un groupe et une vanne.

La programmation d'une vanne a le même principe que la programmation d'un moteur sauf que :

- L'interface de la vanne **VBE** est reliée avec l'interface **VE2** pour le retour marche
- L'interface de la vanne **VBE** est reliée avec l'interface **VE1 (inversé)**

Remarque :

V = vanne

E = moteur

VE1 : la vanne est fermée.

VE2 : la vanne est ouverte.

c Asservissement d'une vanne, d'un moteur, ou d'un groupe

Avant qu'une vanne, un moteur, ou un groupe soit démarré il faut d'abord que ses conditions de démarrage sont vérifiées pour cela nous allons utiliser un bloc **Interlock** et le programmer (s'il y a une seule condition de démarrage nous pouvons l'utiliser pas)

➤ **Les blocs des interlocks (Intlk)**

Le bloc sert à calculer un verrouillage standardisé pouvant être affiché sur l'OS.

Il est possible par une logique binaire. L'état du signal de sortie est également déterminé. Le paramètre de sortie OUT nous indique l'état actuellement présente.

- Out = 0 : Verrouillage
- Out = 1 : état bon

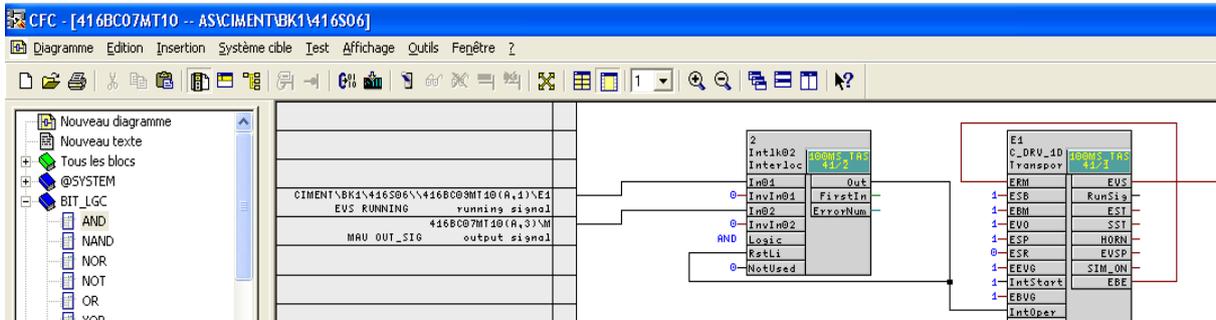


Figure 3.25 Exemple des connexions entre un interlock et un moteur (condition de marche).

Connecter :

- L'interface de la sortie **out** d'interlock avec l'interface effacement **Rstli**
- L'interface de la sortie **out** d'interlock avec l'interface d'entrée **Intoper** du moteur ou de vanne
- Les conditions de démarrage (les interfaces **EVS** des autres moteurs ou les interfaces **GBE** du groupe) avec les interfaces **In01, In02.....**d'entrées d'Interlock
- Modifier la logique **AND** ou **OR** selon les conditions

Remarque

Pour l'asservissement d'un groupe nous n'avons pas relié l'interface de sortie d'interlock **out** avec **Intoper** mais avec :

GEVG : condition de démarrage.

GBVG : condition de marche.

GQSP : conditions d'arrêt rapide

Selon l'analyse fonctionnelle

d Programmation d'une sélection

➤ Le bloc «C_SELECT»

Le bloc «C_SELECT» est utilisé pour tout type de fonction de sélection.

La Sélection et la désélection peuvent être effectuées via la station opérateur ou par le biais du programme. L'état du module de sélection (ON, OFF, verrouillé) peut être visualisé.

Nous avons aussi utilisé les sélections dans notre programme pour les équipements et les groupes qu'on n'a pas programmé (transport ciment, séquence auxiliaire.....) mais sont trouver dans les conditions de démarrage de notre atelier.

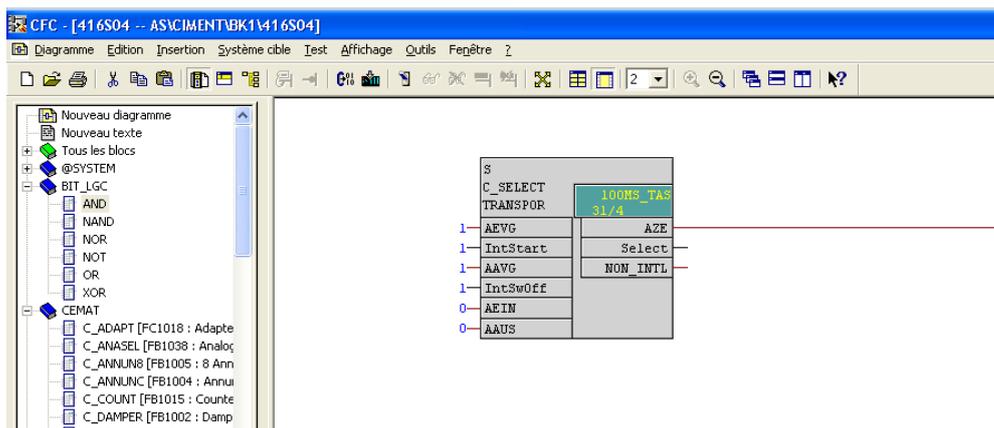


Figure 3.26 Exemple d'un bloc C_SELECT.

- Connecter l'interface de la sortie **AZE** d'interlock avec l'interface d'entrée **In01, In02** d'Interlock qui va se relier avec un moteur, une vanne ou un groupe
- Dans notre atelier nous avons programmé la sélection pour se faire sélectionner ou désélectionner manuellement (par l'opérateur)
- Si la sélection sélectionner ou désélectionner par le retour de marche d'un autre équipement il va se relier avec l'entrée de la sélection **AEIN**.
- Nous pouvons relier la sélection avec un **C_ANNUNCC** pour facilité la supervision

e Programmation d'un capteur « C_ANNUNCC »

➤ Bloc message (C_ANNUNCC)

Avec le bloc **C_ANNUNCC**, on affiche un signal de processus binaire. Le signal d'entrée est comparé avec le signal OKS, en cas de défaut un message d'avertissement est donné.

Dans notre programme le bloc C_MEASUR lit une valeur binaire qui auparavant par le bloc CH_DI.

➤ **Le bloc des entrées logiques (CH_DI)**

Le bloc **CH_DI** sert à traiter le signal d'une entrée logique pour les modules d'entrées logiques et garde la même valeur pour la sortie (il a le même principe que la bascule D)

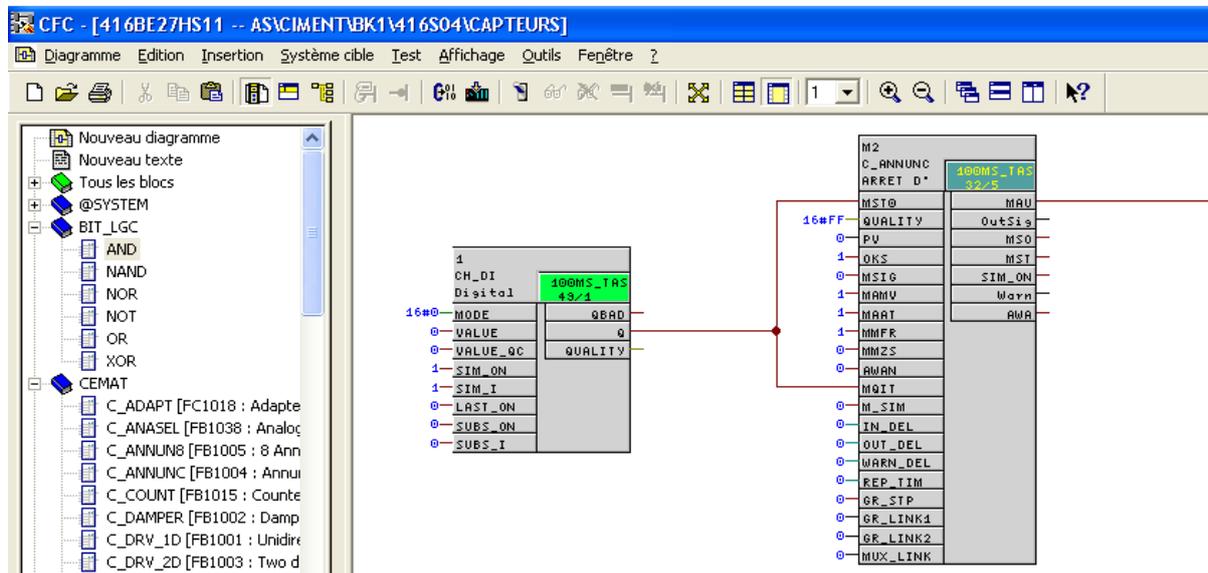


Figure 3.27 Programmation d'un bloc C_ANNUNC (capteur logique).

Connecter :

- L'interface de la sortie **Q** de bloc CH_DI avec les interfaces d'entrées de C_ANNUNCC **MSTO** pour qu'il reçoive la valeur 1 ou 0

Et

MQIT pour l'acquiescement de capteur après la maintenance

-L'entrée physique avec l'interface d'entrée **SIM_I** de CH_DI

-L'interface de la sortie **MAU** de C_ANNUNCC avec les interfaces des entrées des consommateurs selon l'analyse fonctionnelle

ESVA, ESGV : pour provoquer l'arrêt de l'équipement

EDRW : pour provoquer l'arrêt de l'équipement après un certain temps

VBVG : révoque un arrêt immédiat

f Programmation d'une mesure « C_MEASUR»

➤ Le bloc mesure (C_MEASUR)

Le bloc de type **C_MEASUR** peut être utilisé pour lire une valeur physique (format réel) ou pour lire la valeur analogique formée directement du module d'entrée analogique AI.

Dans notre programme on n'a pas lié le bloc **C_MEASUR** avec le bloc **CH_AI**.

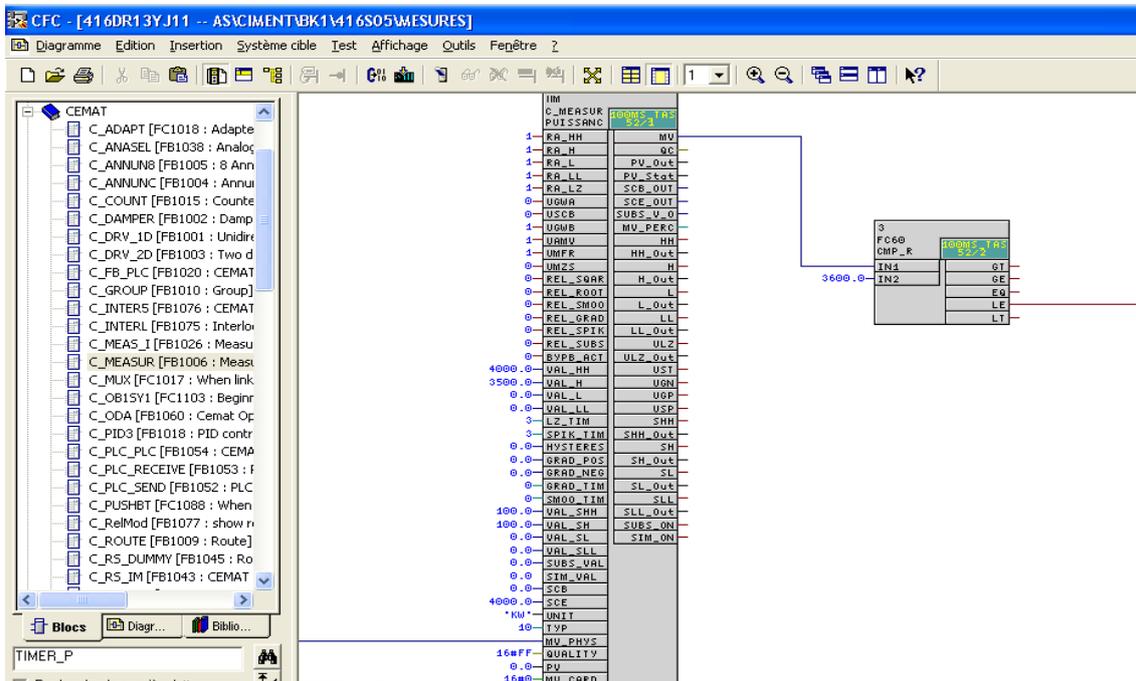


Figure 3.28 Programmation d'un bloc C_MEASUR (capteur analogique).

-Connecter l'interface d'entrée **MV_PHYS** de MESURE avec l'entrée physique.

-Donner les paramètres de MESURE dans ces interfaces d'entrées :

VAL_HH: La plus grande valeur mesurée (valeur maximale).

VAL_H: La grande valeur mesurée.

VAL_L: La petite valeur mesurée.

VAL_LL: La plus petite valeur mesurée.

UNIT: pour donne l'unité de la valeur mesurée (valeur minimale).

TYP: Type10 Importer la valeur mesurée au format REAL.

- Connecter l'interface de sortie **MV** de MESURE avec l'interface d'entrée **IN1** de comparateur **CMP_R**

Pour comparé cette valeur qui nous impose un arrêt

-La sortie de l'interface (**GT: >** ; **GE : >=** ; **EQ : =** ; **LE: <=** ; **LT: <**)de comparateur CMP_R est relier avec les interfaces des entrées des consommateurs selon l'analyse fonctionnelle

ESVA, ESVG : pour provoquer l'arrêt de l'équipement

EDRW : pour provoquer l'arrêt de l'équipement après un certain temps

EBVG : révoque un arrêt immédiat

-Nous avons programmé des mesures qui n'imposent pas un arrêt et qui fournissent juste une information à l'opérateur

g Programmation d'un REGULATEUR « CTRL_PID »

➤ Le bloc CTRL_PID

Le bloc **CTRL_PID** est un régulateur PID continu.

Le bloc de régulation comporte les possibilités de traitement suivantes en plus de la fonction de régulation proprement dite :

- Modes de fonctionnement : manuel, automatique ou poursuite
- Surveillance de la grandeur réglée et de l'écart de régulation quant aux valeurs limites et génération d'un message via le bloc ALARM_8P
- Application d'une perturbation
- Asservissement de la consigne (SP = PV_IN)
- Sélection de la plage de valeurs pour la consigne et la valeur réelle (normalisation physique)
- Sélection de la plage de valeurs pour la grandeur de réglage (dénormalisation physique)
- Zone morte (seuil de signalisation) sur l'écart de régulation
- Actions P, I et D activables et dés activables séparément
- Possibilité de placer les actions P et D dans la chaîne de réaction
- Sélection du point de fonctionnement pour le régulateur P ou PD

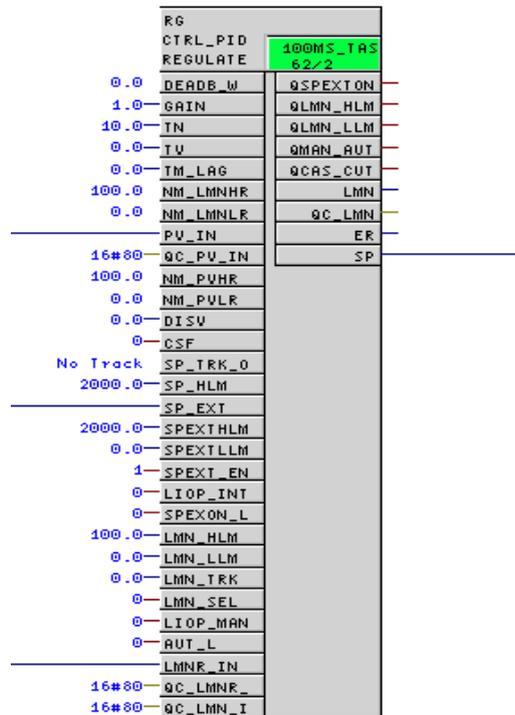


Figure 3.29 Exemple de programmation d'un bloc PID.

- Relier l'interface de sortie **SP** de REGULAREUR avec l'interface d'entrée **SP_IN** de MOTEUR (**C_DRV_1D**) pour commander le rendement le moteur au but d'atteindre la valeur de la consigne
 - **Dans le bloc C_DRV_1D**
 - Mètre l'interface de l'entrée **EN_SP** a l'état active (**EN_SP=1**) pour activer l'interface de l'entrée **SP_IN**
 - Relier l'interface de l'entrée **PV_IN** avec l'interface de sortie **SP_O** pour afficher le rendement de moteur dans la supervision
- Relier l'interface d'entrée **LMNR_IN** de REGULAREUR avec l'interface de sortie **SP_O** de MOTEUR pour suivre le rendement de MOTEUR
- Relier l'interface d'entrée **PV_IN** de REGULAREUR avec l'interface de sortie **MV** de MESURE pour suivre le point de consigne

Remarque

- **PV_IN** : utiliser pour une consigne donnée par l'opérateur
- **SP_EXT** : utiliser pour lire une consigne d'un autre REGULAREUR ou une valeur d'une autre mesure pour la régulation d'une autre quantité

- Pour la régulation de débit de l'adjuvant nous avons utilisé la consigne de débit totale de matière (nous avons utilisé la sortie **SP** de régulateur de débit totale de la matière pour attaquer l'entrée **SP_EXT** de régulateur de débit de l'adjuvant).
- Nous pouvons diviser la consigne que nous allons donner au REGULATEUR sur plusieurs consommateurs en utilisant des équations créées avec des blocs d'addition, soustraction, et de multiplication

3.7 Application

Le problème qui existe au niveau de l'alimentation de BK1 est: le fournissement de débit de l'adjuvant qui est en boucle ouverte.

La solution c'est de faire une boucle de régulation de débit de l'adjuvant en fonction de débit totale de l'alimentation de BK1 en utilisant un correcteur PID de Symatic Manager

La relation entre ces deux débits est :

- Si le débit total de la matière est inférieur ou égale à quatre-vingts (80) Tn/h le débit de l'adjuvant est égal à zéro (0) ml/h
- Si le débit totale de la matière est égale a cent trente(130) Tn/h le débit de l'adjuvant est égale a deux milles (2000) ml/h
- Si le débit total de la matière est Entre quatre-vingts (80) Tn/h et cent trente(130) Tn/h la variation de débit de l'adjuvant est linéaire, alors la fonction qui relie entre les deux débits dans cette phase est :

$$\text{Débit de l'adjuvant (ml/h)} = 40 \times \text{le débit totale de la matière (Tn/h)} - 3200$$

La relation entre les deux débits est programmée de cette façon :

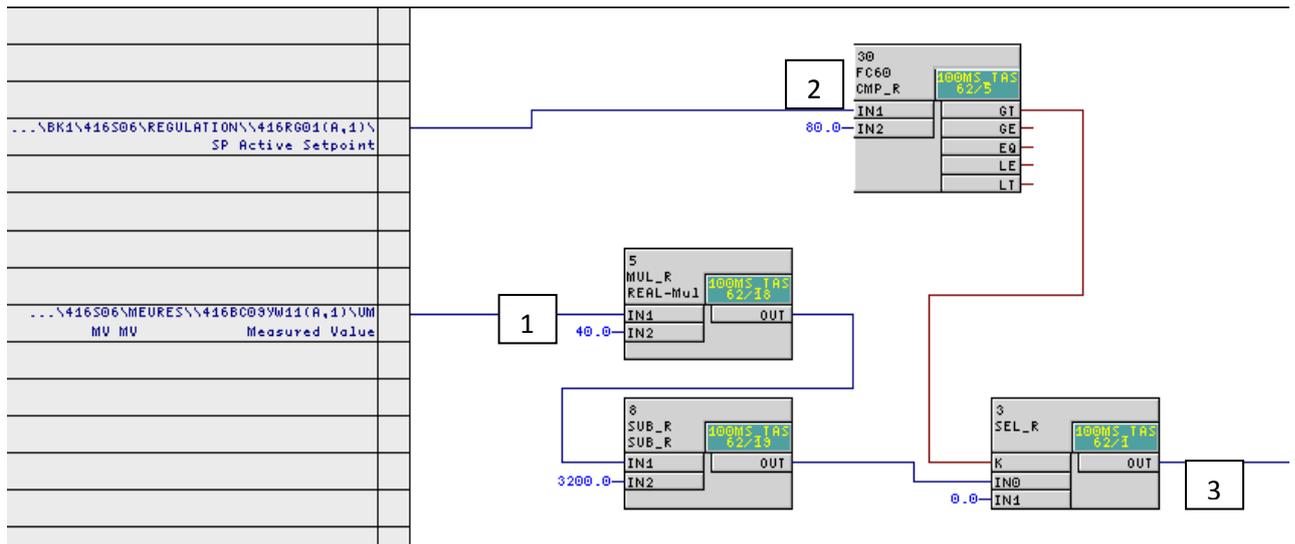


Figure 3.30 Programmation de la fonction qui relie entre les deux débits.

- **1:** C'est le débit total mesuré par son capteur
- **2:** C'est le bloc **CMP_R** qui teste si la consigne de débit total de la matière est supérieur a 80Tn/h. Sa sortie **GT=1** si la consigne supérieur a 80Tn/h, sinon **GT=0**
- **3:** C'est le bloc **SEL_R**, sa sortie **OUT** prend l'une des deux valeurs **IN0** ou **IN1** selon la valeur de **K** :
 Si **K =1** : C'est-à-dire la consigne est supérieure à 80 Tn/h il prend la valeur de **IN0**
 Si **K =0** : C'est-à-dire la consigne est inférieure ou égale a 80 Tn/h il prend la valeur de **IN1**.

3.8 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté le logiciel SIMATIC PCS7 et montré son utilisation pour la programmation de l'automate S7-400 dans le but d'automatiser le processus de fabrication du ciment. et nous avons détaillé les étapes de la création d'un nouveau projet, le choix de l'automate programmable, de la CPU et de module. Nous avons montré aussi les étapes de la programmation de notre système dans le PCS7 à la base des blocs CFC ,et nous avons également mis en évidence la solution proposée pour résoudre le problème liés au débit de l'adjuvant.

Dans le prochain chapitre nous allons montrer la simulation et les résultats de notre programme.

Chapitre 4 Simulation et résultats

4.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons décrire les différentes étapes qui permettent de réaliser une supervision pour l'atelier BK1. La supervision se fait à l'aide de Windows Control WinCC de Siemens, un logiciel de désigne et de création des vues de supervisions pour les stations opérateurs et ingénieurs.

4.2 Chargement et compilation du programme :

Lorsque nous finirons la programmation des blocs CFC et avant de commencer la supervision nous faisons charger et compiler ce programme comme suite :

4.2.1 Le chargement du programme :

- Pour charger le programme, nous cliquons sur 
- Cocher les paramètres suivant puis cliqué sur ok

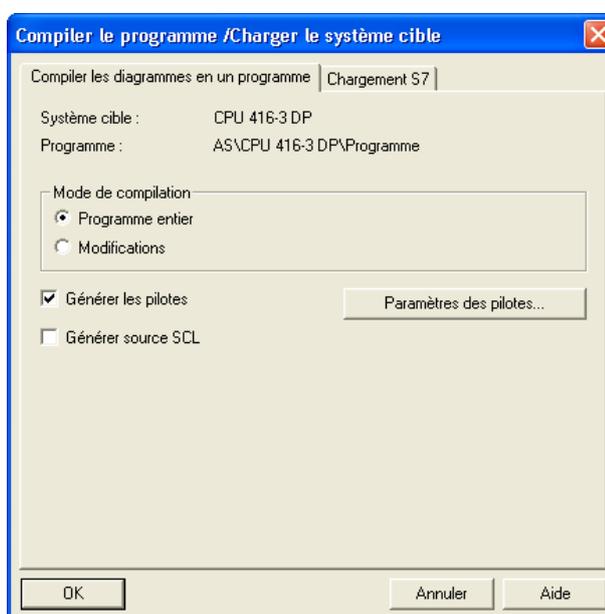


Figure 4.1 Chargement du programme dans la CPU.

4.2.2 La compilation du programme :

Dans la vue des composants nous Cliquons sur la station ingénieur (ENG), puis sur compiler

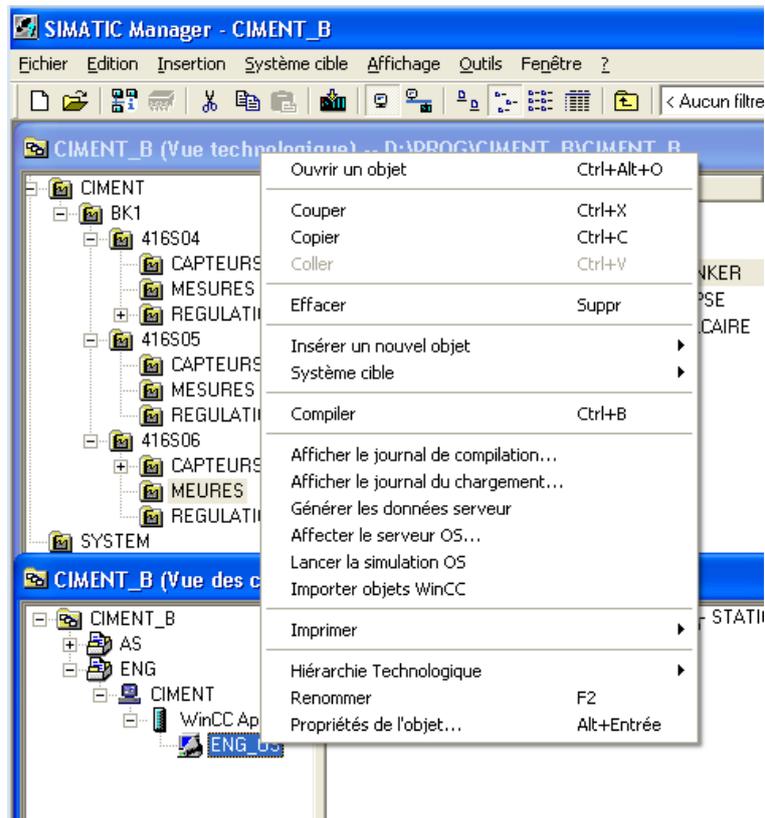


Figure 4.2 Compilation du programme.

- Ensuite s’affiche une fenêtre du choix d’interface, nous choisissons la liaison Ethernet
- Nous confirmons la dernière fois par clic sur compiler

4.3 La supervision

Un système de supervision industrielle consiste à donner de l'aide à l'opérateur dans la conduite du processus. Son but est de présenter à l'opérateur des résultats expliqués et interprétés, et ses avantages principaux sont :

- La surveillance du processus à distance.
- La détection des défauts.
- Le diagnostic et le traitement des alarmes.
- Le traitement des données.

4.4 Le logiciel de supervision WinCC

Lorsque la complexité du processus augmente et que les machines de l'installation doivent répondre à des spécifications de fonctionnalité toujours plus sévères, l'opérateur a besoin d'un maximum de transparence. Cette dernière s'obtient au moyen de l'interface IHM qui signifie humain machine interface [10].

WinCC est un système de supervision homme-machine performant utilisé sous Microsoft Windows, il constitue l'interface entre l'homme (opérateur) et la machine (installation/processus). Le contrôle proprement dit du processus est assuré par les automates programmables industrielles, il établit par conséquent une communication entre WinCC et l'opérateur d'une part et d'autre part entre WinCC et l'automate.

4.4.1 Utilisation de WinCC

WinCC est composé de deux volets :

- Le volet gauche : contient toutes les applications de WinCC où on peut trouver tous les éditeurs utilisables pour configurer OS (opérateur station).
- Le volet droit : présente la fenêtre qui affiche des informations détaillées sur l'application de WinCC que nous avons sélectionnées.

Nous utilisons uniquement l'éditeur **Graphics Designer** (Figure 4.3) pour créer la vue processus de notre projet.

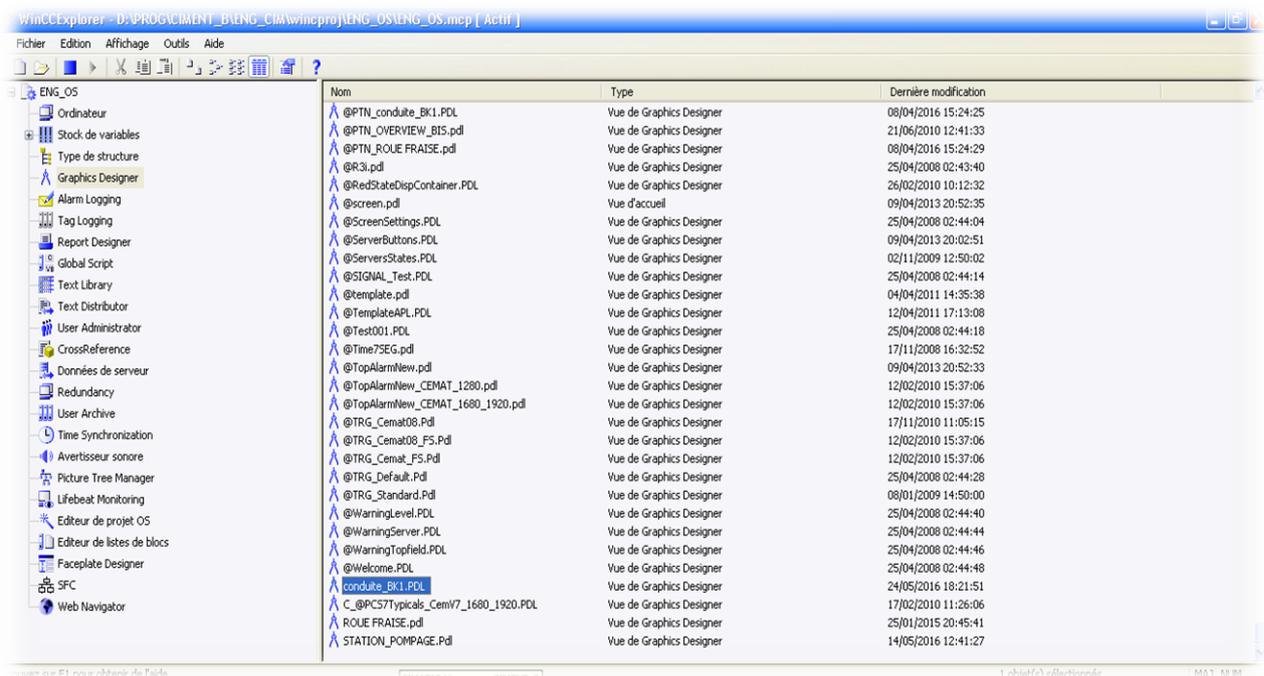


Figure 4.3 WinCC Explorer.

4.4.2 Présentation de Graphics Designer

Graphics Designer (Figure 4.4) est un éditeur de l'OS. Son interface utilisateur se présente comme suit :

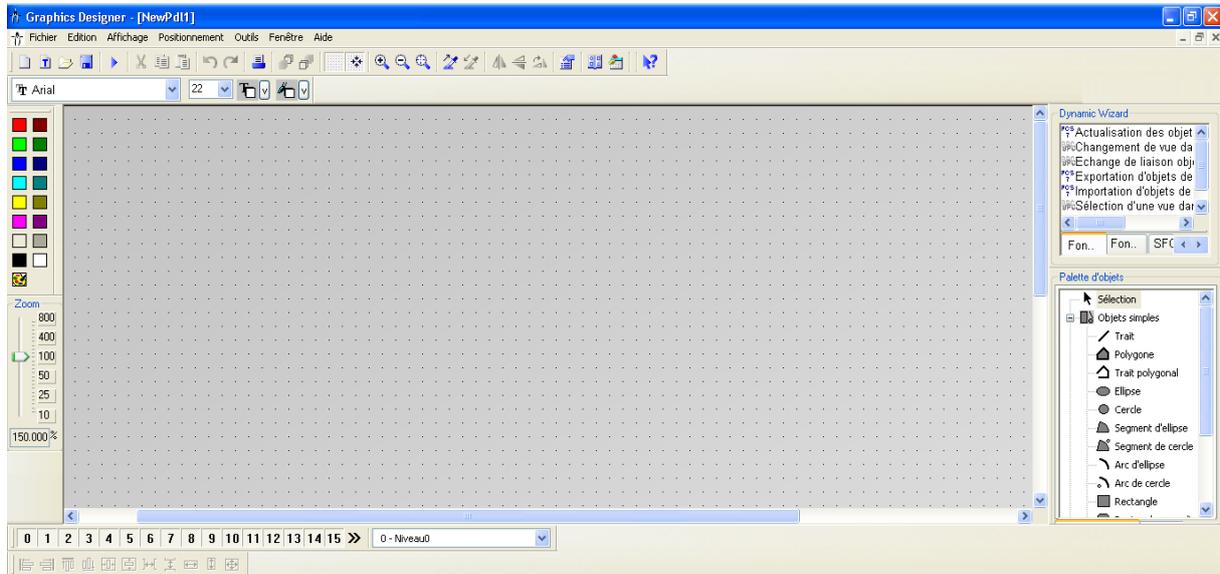


Figure 4.4 Graphics Designer.

- A gauche, se trouve une barre d'outils qui sert à attribuer certaines couleurs aux objets.
- Au centre, se trouve la surface du dessin sur laquelle nous pouvons insérer les objets destinés à la vue de procédure.
- A droite la palette des objets, il y a la bibliothèque des différents objets par défaut proposés par Graphics Designer, on peut trouver encore une palette de styles qui vous permettra d'influencer la forme des objets.

Graphics Designer distingue deux sortes d'objets :

Les objets statiques : il s'agit d'objets des dessins de base comme ceux que nous trouvons dans une application graphique par exemple des lignes, des cercles, des polygones, du texte statique [8].

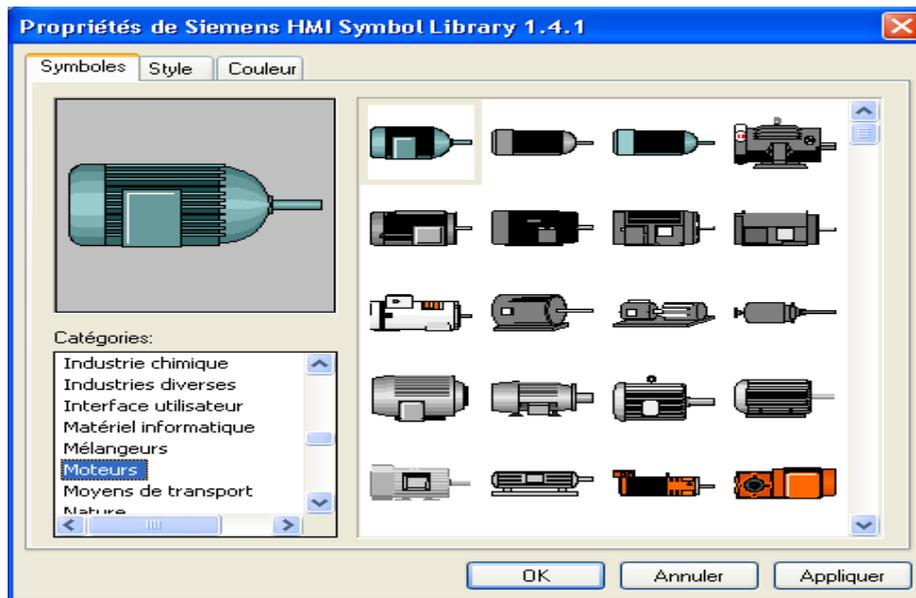


Figure 4.5 Exemple d'une bibliothèque statique.

Les objets dynamiques : ils sont dynamisés via une liaison à un connecteur de bloc variable (moteurs, clapets, groupes, alarmes et des boutons).

Pour pouvoir utiliser ces objets, on doit d'abord créer un nouveau fichier dans le même volet gauche de WinCC Explorer, par exemple sous le nom « conduite_BK1».

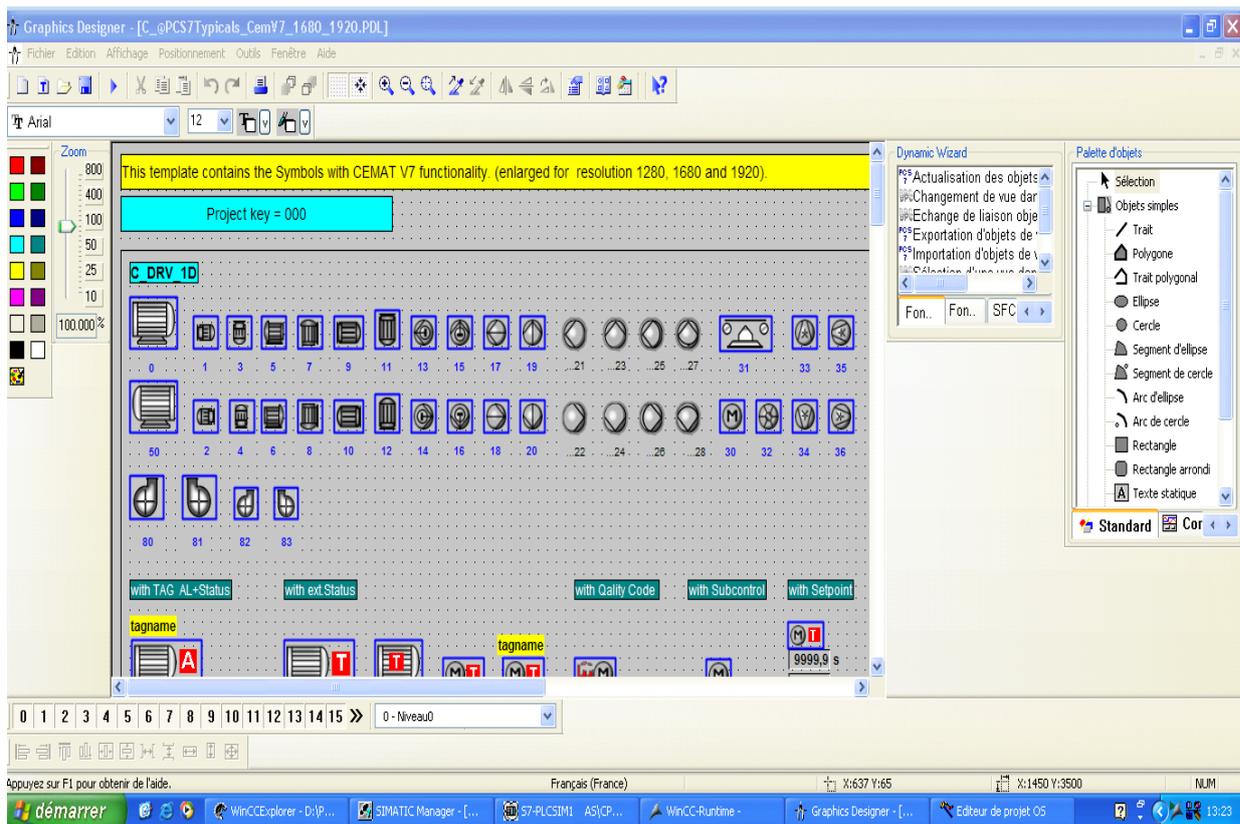


Figure 4.6 Exemple d'une bibliothèque dynamique.

Pour réaliser des vues de supervision, Nous pouvons utiliser les objets prédéfinis qui existent dans les bibliothèques de WinCC. Par exemple (la bibliothèque«@PCS7Typicals_Cem.PDL»), fournit des symboles dynamiques de (moteurs, pompes, groupes, Capteurs, Mesures...) qui correspondent aux blocs fonctionnels dans les diagrammes CFC pré-dessinés (Figure 4.5). Il y a aussi une bibliothèque des symboles statiques.

Après avoir copié les symboles dynamiques et statiques sur la surface du dessin « conduite_BK1 » nous passons à l'étape de liaison entre les symboles et les variables des blocs qui leur correspondent dans le programme diagramme (CFC).

- Pour réaliser ces liaisons, nous devons ouvrir la fenêtre Dynamic Wizard.
- Ensuite nous sélectionnons les symboles que nous voulons mettre en liaison avec le bloc programmé en sélectionnant « Relier un prototype à une structure ou renommer le lien ».

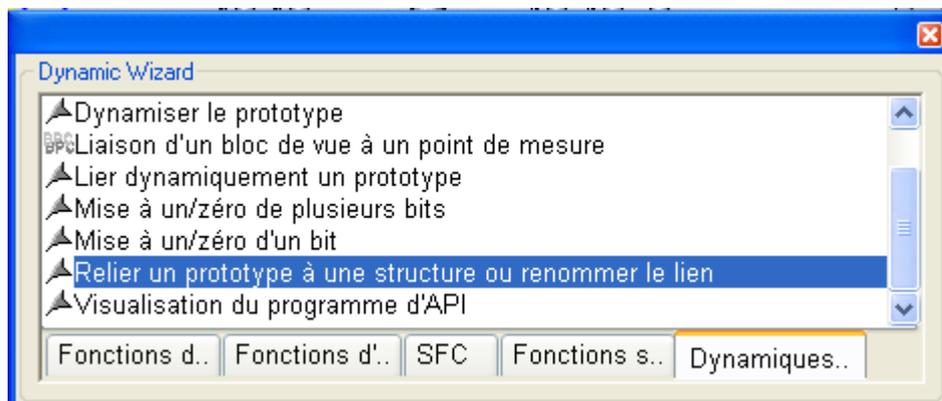


Figure 4.7 La fenêtre Dynamic Wizard.

- Une fenêtre s'ouvre sur laquelle on met l'adresse du bloc de programme diagramme (CFC).ensuite cliquons sur (...).
- une autre fenêtre s'ouvre dont laquelle nous sélectionne le bloc correspondant.

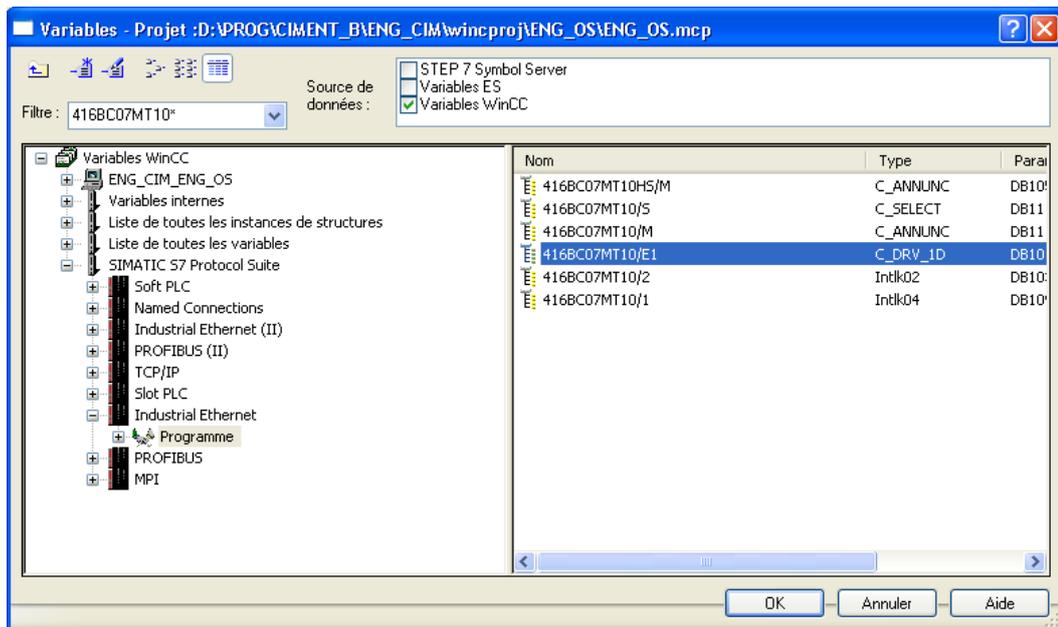


Figure 4.8 Exemple d'une liaison entre l'objet et son bloc CFC.

- Enfin cliquons sur OK puis terminer.

La vue créée pour notre projet sur l'atelier BK1 est montrée dans la (Figure 4.9).

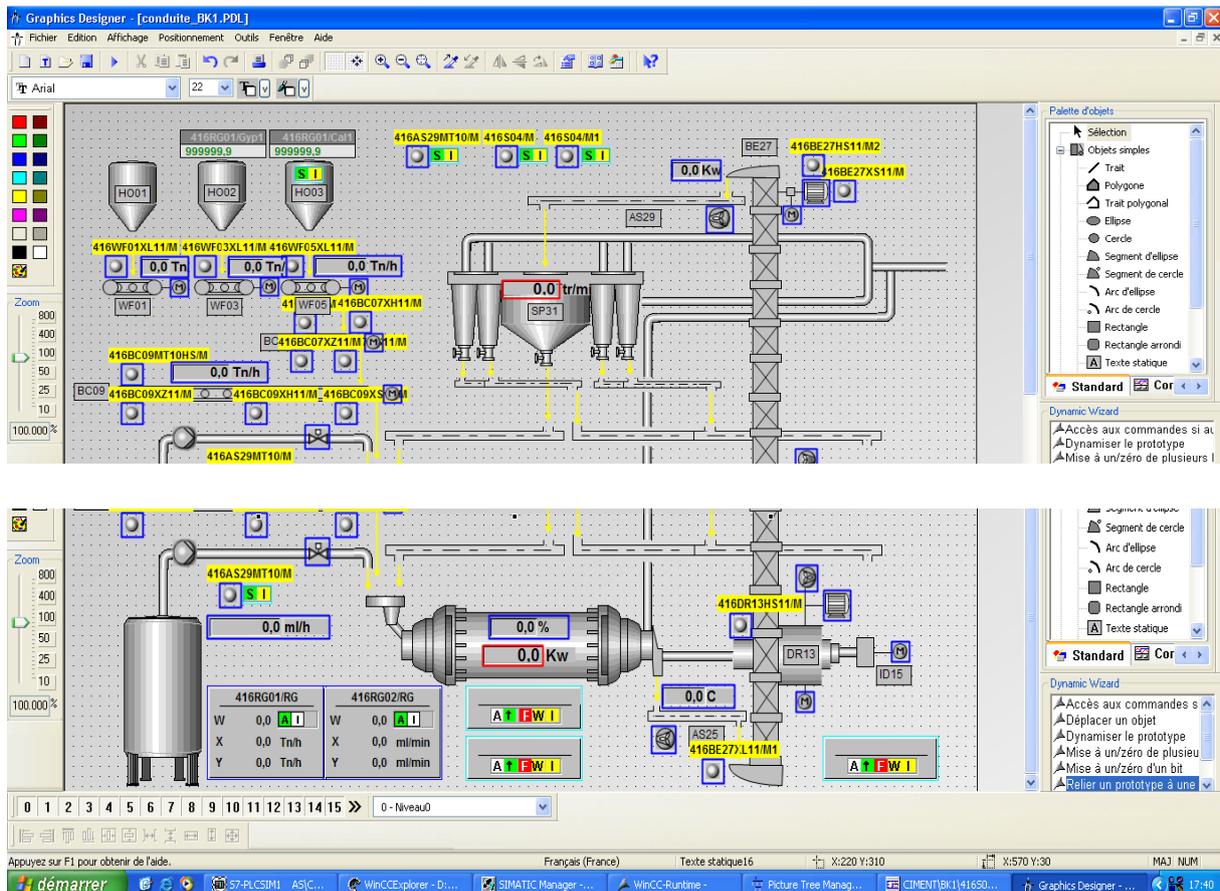


Figure 4.9 Vue de processus sous Graphics Designer.

Dans le même volet gauche de Win CC Explorer ouvrir le « **Picture Tree Manager** » une fenêtre s'affiche composée de trois petites fenêtres :

- **Fenêtre Hiérarchie** : contient les vues Hiérarchiques utilisées dans la supervision.
- **Fenêtre d'aperçu** : Appelée aperçu de la vue, pour l'aperçu d'une vue sélectionnée.
- **Fenêtre de sélection** : contient tous les vues non affectés et existantes dans le projet.
 - Dans la fenêtre de sélection nous glissons la vue « Conduit_BK1 » vers la fenêtre Hiérarchie
 - Nous allons terminer par enregistrer le travail. Voir la (Figure 4.10).

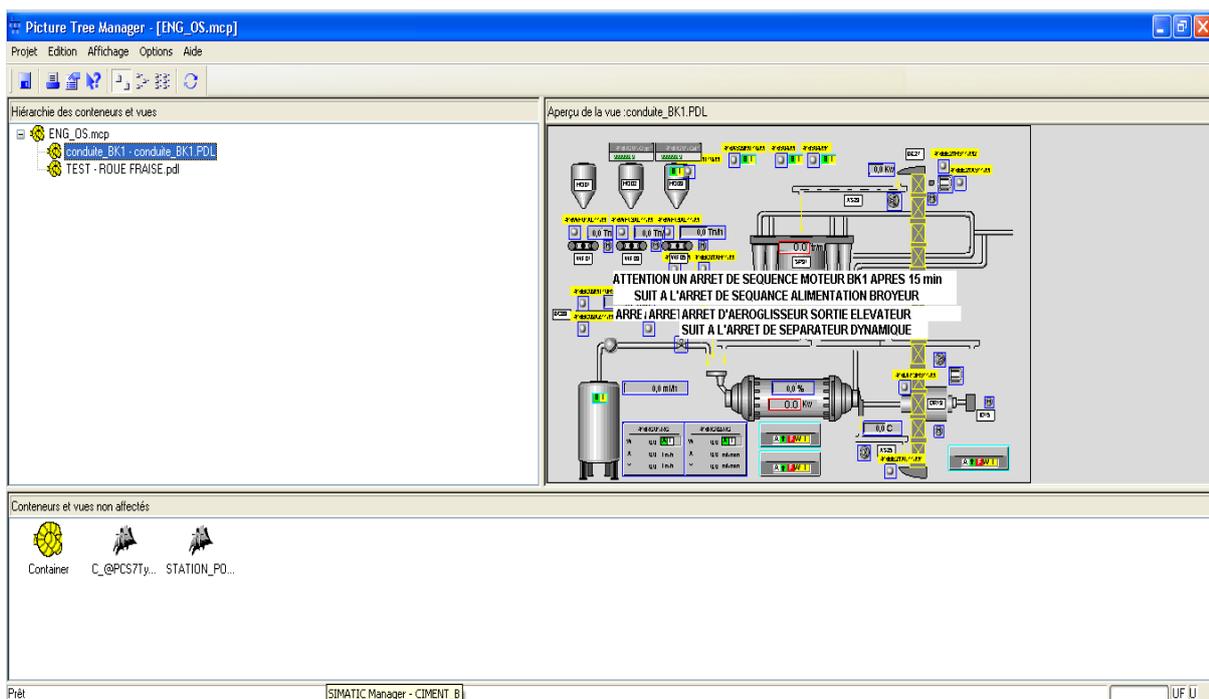


Figure 4.10 Picture Tree Manager.

4.5 Présentation du simulateur « S7 PLCSIM »

L'application du simulateur de la station S7-400 « S7-PLCSIM », nous permet d'exécuter et de tester notre programme dans un automate programmable (API) virtuel.

L'automate virtuel nous permet de tester des programmes destinés aux CPU S7-300 et S7-400, puis de remédier aux éventuelles erreurs de programmation.

PLC SIM dispose d'une interface simple nous permettant de visualiser et de forcer les différents paramètres utilisés par le programme (Activer ou désactiver les entrées) [10].

4.6 RUNTIME

Le RUNTIME est un logiciel très performant pour visualiser et commander les procédés des projets que nous avons créé dans le winccexplorer.

Avec le temps court de ces réponses le RUNTIME est une excellente solution pour la commande des machines.

Sur la fenêtre « WinccExplorer » nous activons la simulation en ouvrant le Runtime grâce aux icônes de démarrage et d'arrêt qui se trouvent dans la barre d'outils comme il est indiqué sur la (figure4.9).

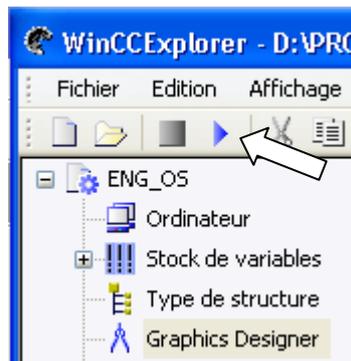


Figure 4.11 Activation de RUNTIME.

4.7 Ecrans et structure de commande

4.7.1 Vues standard

Les synoptiques sont réalisés sur la base des flowsheets.

- Chaque consommateur est dynamisé, aussi bien que les informations logiques et analogiques nécessaires à la conduite de l'installation (ex. Sélections opérateur).
- A droite de chaque vue on trouvera les séquences de l'atelier. Il existe des boutons dynamiques (boutons de renvoi) accessibles en permanence permettant de naviguer d'une vue à une autre et notamment l'accès aux vues procédés de chaque section de l'atelier [11].

4.7.4 Paramétrage de régulateur PID

Le réglage des paramètres de régulateur PID est effectué automatiquement par le logiciel PCS7 par la commande Enable Optimiz. (Figure 4.14)

- Dans le programme diagramme (CFC) de régulateur de l'adjuvant nous cliquons sur **Edition => Optimisé régulateur PID**

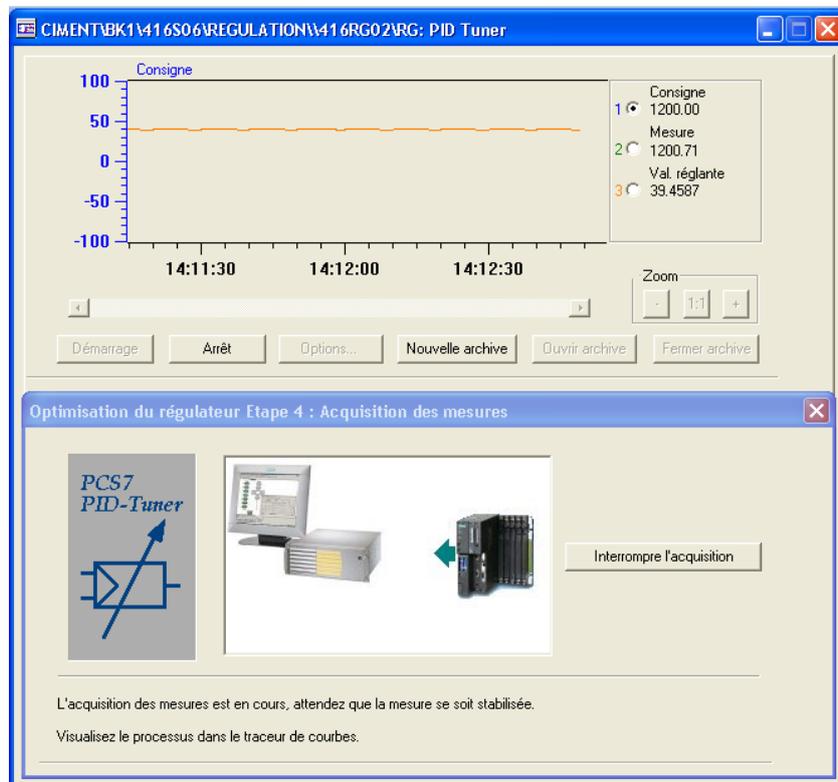


Figure 4.14 L'optimisation automatique des paramètres PID.

Après un certain temps nous cliquons sur **Interrompre l'acquisition**

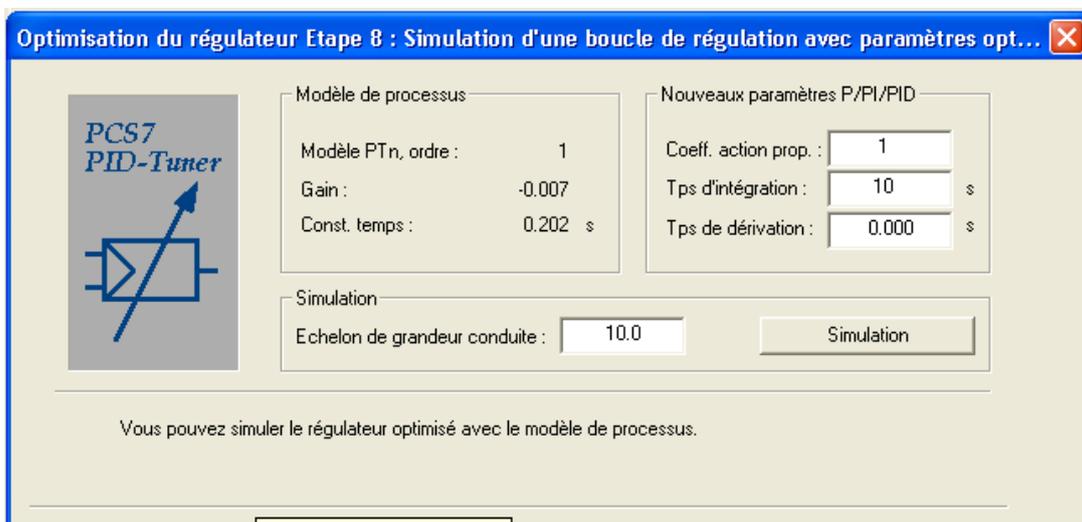


Figure 4.15 Les paramètres PID optimisés par le logiciel.

Et nous enregistrons les nouveaux paramètres P/PI/PID

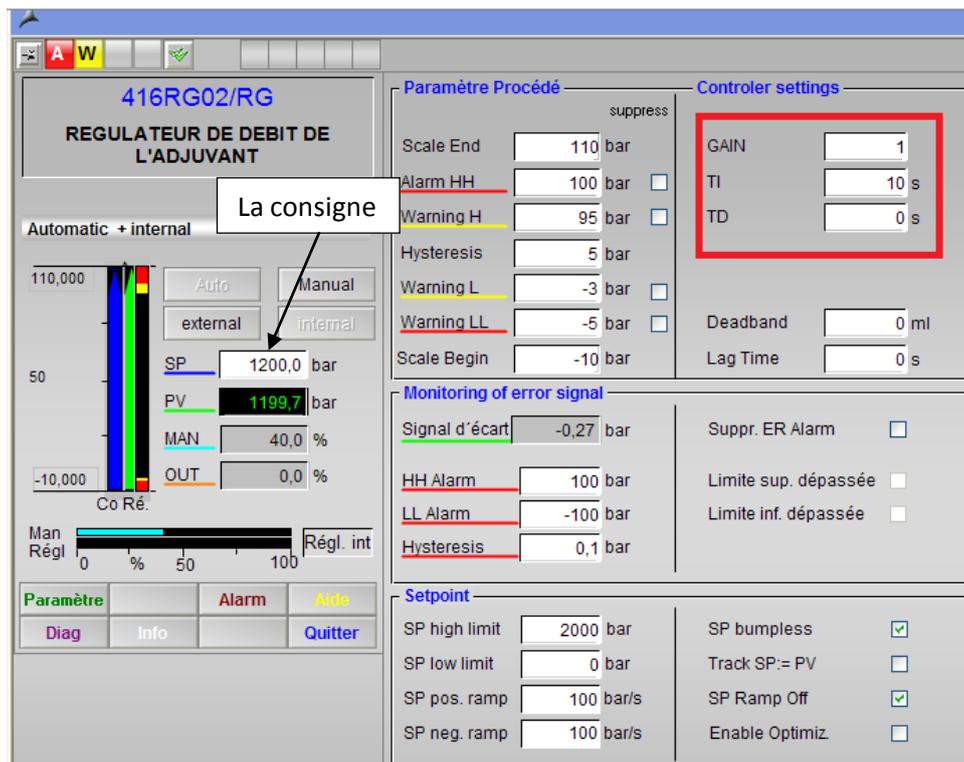


Figure 4.16 Paramétrage de régulateur PID

4.7.5 Faces-avant (Face plates)

Les équipements dynamisés, les moteurs, les groupes, les mesures.... disposent d'une face-avant (Figure 4.17), afin d'accéder aux détails de l'élément sélectionné.

- 1- Description
- 2- Etat des verrouillages
- 3- Etat de l'équipement
- 4- Boutons de commande opérateur, à utiliser pour une commande directe de process et de l'objet dépend de l'état de bloc et des autorisations actives
- 5- Consigne et rendement de moteur
- 6- Alarme : Permet d'accéder à l'historique des alarmes concernant cet équipement
- 7- Diagnostique : Permet d'obtenir des détails sur l'état de l'équipement

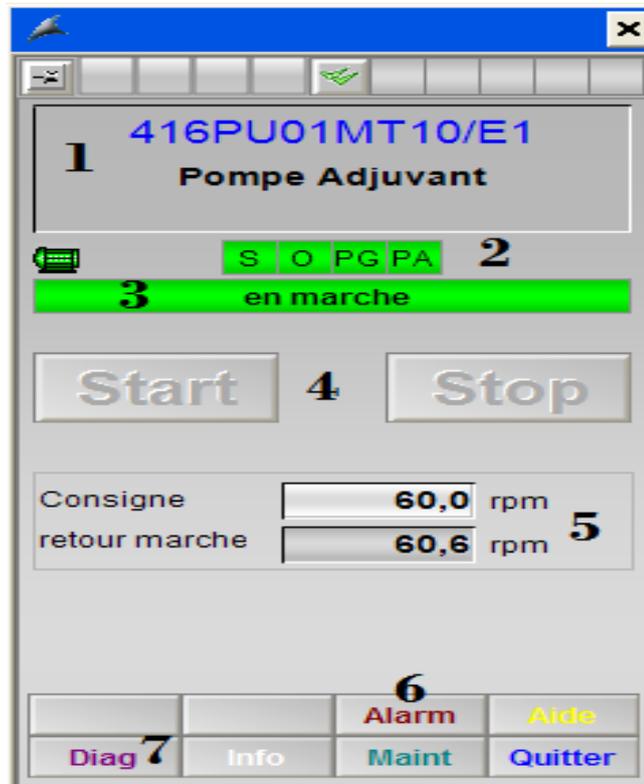


Figure 4.17 Face-avant d'un moteur.

4.7.6 Vue de diagnostic

Cette vue nous donne des informations sur l'état de groupe (la séquence), des moteurs, des capteurs..., et sur les entrées et les sorties actives et non-actives

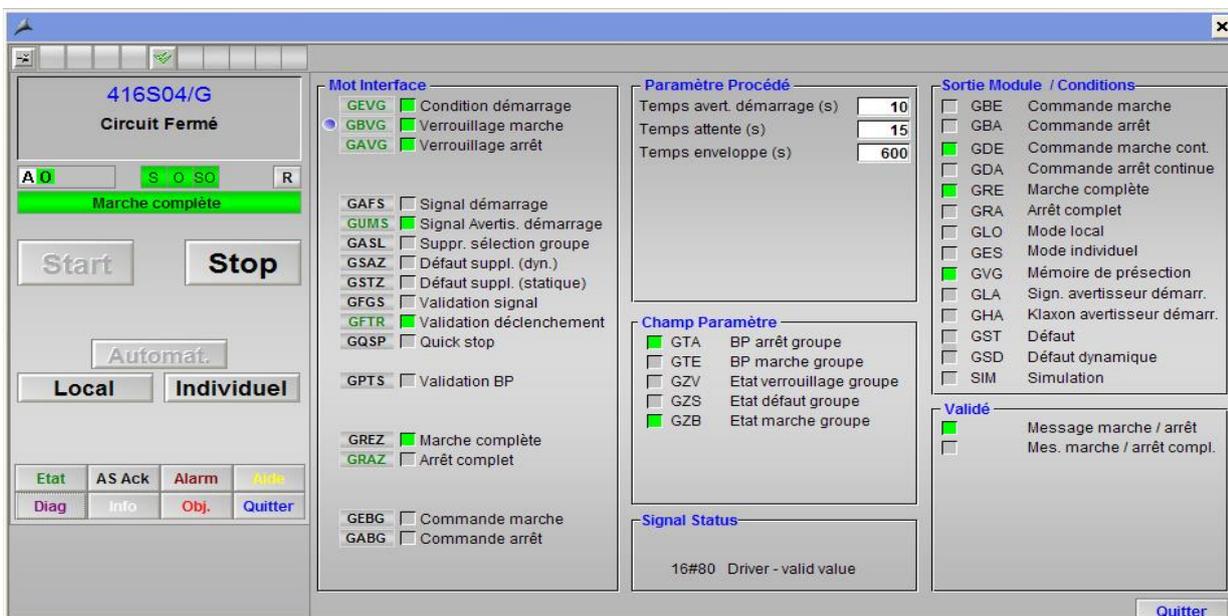


Figure 4.18 Diagnostic d'un groupe(Circuit fermé).

a Etat de la séquence

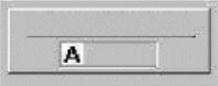
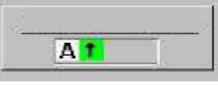
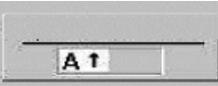
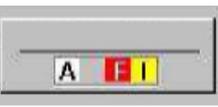
| | |
|---|--|
|  | <p>Séquence en mode automatique est arrêtée sans défaut ou verrouillage.</p> |
|  | <p>Séquence en train de démarrer en mode automatique.</p> |
|  | <p>Si O clignote ça signifie que la séquence a été complètement démarrée, mais que depuis l'état de certains consommateurs ou sélection a changé, un nouveau démarrage de la séquence est alors requis.</p> |
|  | <p>Séquence en train de s'arrêter en mode automatique.</p> |
|  | <p>Séquence dont le démarrage a été interrompue sur défaut ou sur dépassement du temps d'enveloppe de la séquence. Un nouveau démarrage est requis.</p> |
|  | <p>Si (F rouge) Un défaut minimum est présent. Si F clignote, le oules défauts n'est pas acquitté. Si (I jaune) le groupe est interloqué iln'est pas possible de démarrer la séquence. (Un F n'empêche pasde démarrer contrairement à I)</p> |
|  | <p>Identique au précédent, sauf que le défaut est apparu durant le démarrage et l'a interrompu.</p> |
|  | <p>Si le I jaune est clignotant, la séquence doit être acquittée. Tantqu'il n'aura pas disparu, il est impossible de démarrer la séquence.</p> |

Tableau 4.1 Etat de la séquence.

b Mode de fonctionnement

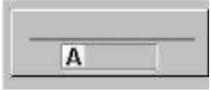
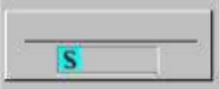
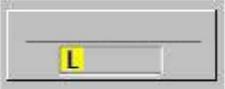
| | |
|---|---|
|  | <p><u>Mode de marche automatique(en séquence):</u></p> <p>Les consommateurs sont contrôlés via la séquence. Tous les verrouillages sont pris en compte.</p> |
|  | <p><u>Mode de marche individuel (single):</u></p> <p>Correspond à un mode de marche libre pour chaque équipement, (les asservissements procès sont conservés). Le passage des équipements en mode single passe par la séquence (tous les équipements sont mis en mode single simultanément).</p> |
|  | <p><u>Mode de marche local :</u></p> <p>le passage des équipements en mode local passe par la séquence (tous les équipements sont mis en mode local simultanément).</p> |

Tableau 4.2 Mode de fonctionnement.

c Objet Moteur

| | |
|---|--|
|  | <p>Moteur en marche en mode automatique.</p> |
|  | <p>Moteur à l'arrêt en mode automatique.</p> |
|  | <p>Moteur en défaut, un acquittement est nécessaire si l'objet est clignotant.</p> |
|  | <p>Moteur en mode local. En marche si l'objet est clignotant.</p> |
|  | <p>Moteur en mode manuel. En marche si l'objet est clignotant.</p> |

Tableau 4.3 Objet moteur.

- Le même principe pour l'objet vanne

d Annonce de défauts

| | |
|---|--|
|  | <p>Un défaut est présent. Si l'objet clignotant, un acquittement est nécessaire.</p> |
|  | <p>Aucun défaut n'est présent.</p> |

Tableau 4.4 Annonce de défauts.

e *Objet mesure*

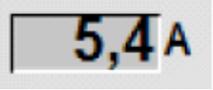
| | |
|---|---|
|  | Valeur de la mesure, aucun défaut n'est présent |
|  | Un seuil d'avertissement a été atteint |
|  | Un seuil d'alarme a été atteint |

Tableau 4.5 Mesures analogiques

f *Objet sélection*

| | |
|--|--------------------|
|  | Etat sélectionné |
|  | Etat désélectionné |

Tableau 4.6 Sélection.

4.8 Conclusion

Dans ce dernier chapitre, nous avons décrit brièvement les étapes nécessaires de la simulation du projet créé précédemment. Après avoir expliqué les étapes à suivre lors de la création de la vue de notre atelier avec Graphics Designer. Et nous avons illustré l'utilisation du Runtime pour assurer la conduite et la surveillance d'un processus en temps réel à l'aide des effets d'animation.

Conclusion générale

Le stage pratique que nous avons effectué au sein de la cimenterie de Mitidja (S.C.MI) a été très bénéfique et a été d'une grande importance pour l'enrichissement de nos connaissances théoriques et pratiques.

Il nous a permis de nous familiariser avec le milieu professionnel et de ressentir le poids de la responsabilité qui pèse sur l'équipe technique chargée du service d'automatisation.

Durant notre stage, nous avons touché de façon pratique la technologie constituant l'atelier broyage ciment. Ce qui nous a permis d'apprendre et de comprendre le fonctionnement des différents éléments régissant cette dernière. Sans aucune prétention, nous pensons que ce modeste travail est le fruit du couronnement de tous nos efforts et y compris les techniciens et ingénieurs qui nous ont soutenu lors de notre stage. Il répond à la problématique posée, autrement dit, aux désirs des exploitants de la cimenterie.

Le travail que nous avons réalisé dans ce projet de fin d'études consiste à faire optimiser l'utilisation de l'adjuvant. Afin de mener à bien ce travail, nous avons suivi les étapes suivantes :

- ✓ Etude du processus de fabrication du ciment.
- ✓ Manipulation du logiciel PCS7 pour la programmation de l'automate S7-400.
- ✓ Utilisation du logiciel WinCC pour la réalisation d'une interface homme-machine.
- ✓ Simulation avec PLCSIM.

Annexe A Les différents consommateurs et capteurs de l'atelier BK1

A.1 Les consommateurs de l'atelier BK1

A.1.1 L'élévateur

Le transport de ciment de l'aérogليسeur vers le séparateur. Ce fait par une chaîne et godets conçu pour le transport de la matière à granulométrie du bas vers le haut.

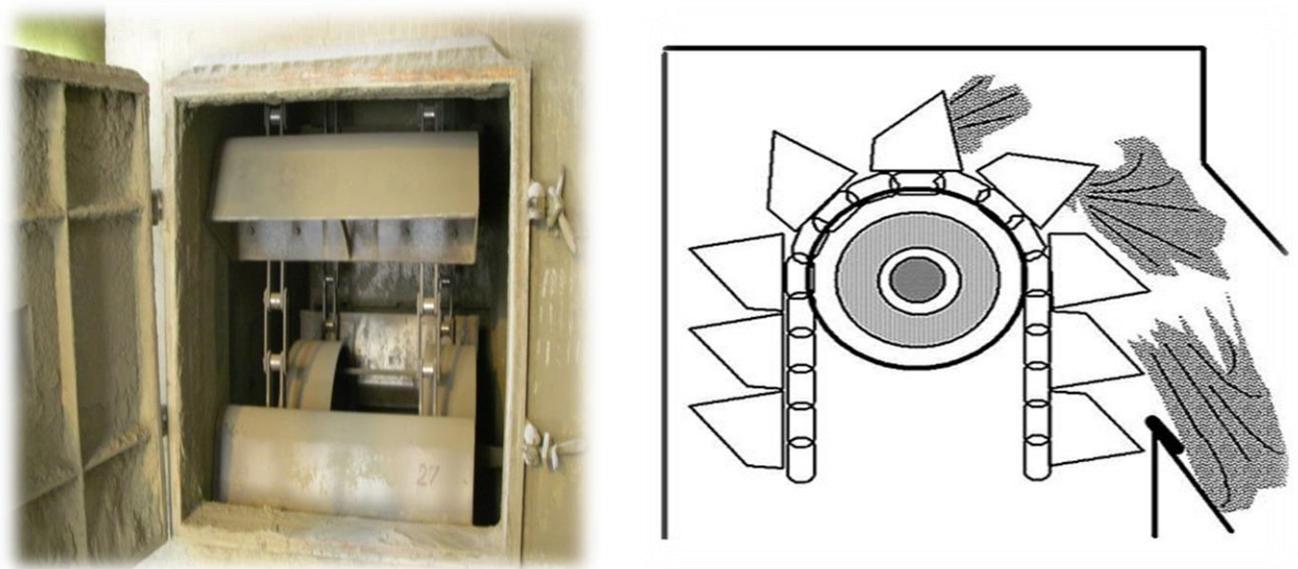


Figure A.1 Elévateur.

a Principe de fonctionnement

- La matière est déchargée par gravité et force centrifuge, les godets passent sur le tourteau de tête, et glisse sur la face frontale du Godet précédent.
- La matière est orientée dans la Goulotte de Décharge de l'Elévateur par la face du godet précédent
- Une lèvre réglable (bavette de décharge) réduit la recirculation de matière vers l'arrière.

b Moteur élévateur

C'est un moteur électrique asynchrone, «une machine asynchrone est une machine à induction dont la vitesse en charge et la fréquence du réseau, auquel elle est reliée, ne sont pas dans un rapport constant". Ce dernier est le plus répandu des moteurs électriques, il est simple, de construction robuste. Ces avantages sont surtout dus au fait que le rotor n'est branché à aucune source extérieure de tension, sauf dans le cas d'un moteur à rotor bobiné.

A.1.2 L'aérogليسeur

L'Aérogليسeur est un système de transport pneumatique conçu pour déplacer des matières pulvérulentes d'un emplacement à un autre situé plus bas. Dans l'atelier BK1 nous avons deux aérogليسeurs, une pour le transport de la matière de broyeur vers l'élévateur et l'autre pour transporté la matière vers le séparateur.



Figure A.2 Aérogليسeur

Principe de fonctionnement

- L'air entre dans le compartiment inférieur et applique une pression vers le haut à travers la toile
- Le produit qui se trouve dans le caisson supérieur se fluidise
- Avec la pente ($\approx 7^\circ$ mini), la matière s'écoule alors vers le bas.
- La nature de la toile dépend de la température de la matière

- Une grille ou grillage de renfort est aussi ajouté aux points d'impacts et dans les autres zones d'usure

A.1.3 Broyeur ciment

Le broyeur est divisé en deux chambres, la première contient des boulets de grands diamètres (70 à 90 mm), tandis que la deuxième n'a que des boulets de diamètres inférieurs.

Une fois dans le broyeur, les matières pré broyées et le sable passent par les deux chambres, on obtient deux quantités de Matières à la sortie du broyeur

Une quantité fine va être transportée par deux élévateurs à godets vers le séparateur dynamique, et une quantité non fini qui va être retournée au broyeur dans un cycle fermé.



Figure A.3 Broyeur ciment.

A.2 Les capteurs de l'atelier BK1

A.2.1 Le contrôleur de rotation

C'est un capteur de proximité inductif placé en face du tambour de renvoi et de tension avec une distance très proche.



Figure A.4 Contrôleur de rotation.

Principe de fonctionnement

- Le contrôleur de rotation est vissé directement en bout d'arbre de la machine à contrôler
- Nous avons sur la face de tambour un métal sous forme de X, ce capteur est placé d'une manière qu'il puisse capter le métal et le vide quand le tambour est en mouvement de rotation.
- Le passage du métal devant le capteur lui donne un nombre bien déterminé d'impulsions à une vitesse constante, dès que le nombre d'impulsion se change, le temporisateur qui est intégré au capteur se déclenche et mis à l'arrêt automatique du système.

A.2.2 Les fins de course (TOR)

Les fins de course sont des capteurs de position les plus simples, ils permettent de contrôler la position d'un élément de machine (toute ou rien).

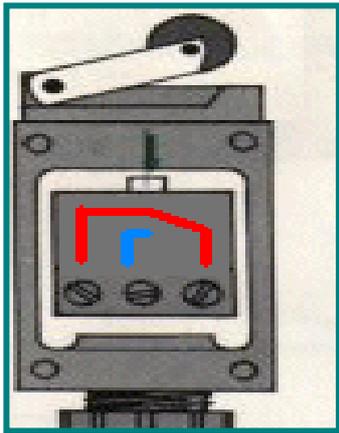


Figure A.5 Fin de course.

Principe de fonctionnement

- C'est un commutateur, commandé par le déplacement d'un organe de commande (Corps d'épreuve).
- Lorsque le corps d'épreuve est actionné, il ouvre ou ferme un contact électrique solidaire du corps d'épreuve.
- De nombreux modèles peuvent être associés au corps : tête à mouvement rectiligne, angulaire ou multi direction associé à différents dispositifs d'attaque (à poussoir, à levier, etc.)

A.2.3 Capteur de force piézo-électrique

Capteur actif, utilisant le principe de la piézo-électricité, générant une quantité de charge en fonction de la force auquel il est soumis, ce type de capteur est utilisé pour le pesage de matière au niveau des doseurs.



Figure A.6 Force piézo-électrique(Doseur).

A.2.4 L'arrêt d'urgence

Les arrêts d'urgence sont des interrupteurs d'arrêt. Ce dispositif interrompt la marche de la bande et tout le circuit qui l'alimente d'une manière instantanée. Il est nécessaire de réarmer cet appareil pour la remise en marche du circuit.



Figure A.7 Arrêt d'urgence.

A.2.5 Câble de sécurité

Deux câbles en acier galvanisés de diamètre de quatre mm, avec les anneaux correspondants, situés au long du transporteur et au ces deux côtés , Il permet à l'opérateur d'arrêter le fonctionnement du tapis en cas de problèmes.



Figure A.8 Câble de sécurité.

A.2.6 Détecteur de bourrage

Le détecteur de bourrage est utilisé pour la détection de toute anomalie (bourrage de produit pulvérulent). On le trouve à la sortie de l'aéroglesseur.

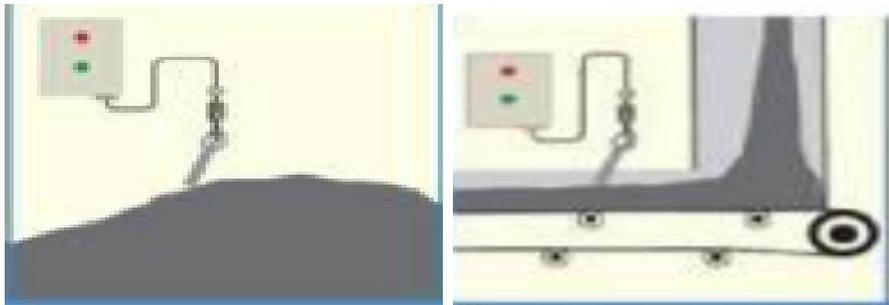


Figure A.9 Détecteur de Bourrage

Principe de fonctionnement :

- Ce dernier est suspendu par l'intermédiaire d'un câble ou d'une chaîne à la hauteur voulue de la détection du produit lorsque le produit atteint le détecteur celui-ci s'incline selon l'angle naturel de talutage et provoque l'arrêt.

A.2.7 Capteur de température (CTP)

Les capteurs de température C.T.P. (Coefficient de Température Positif) sont des résistances réalisées à partir de matériaux semi-conducteurs, dont la valeur de résistance augmente considérablement quand la température s'élève, on le trouve dans l'élévateur.



Figure A.10 Capteur de température CTP.

Principe de fonctionnement

- Ces sondes seront principalement utilisées pour la surveillance de la température des silos.

La sensibilité des C.T.P. permet d'éviter les surchauffes des machines tournantes. Pour la protection des moteurs électriques, elles seront directement logées dans le bobinage. La résistance Ohmique de la C.T.P. augmentant très rapidement à partir d'un seuil de température annoncé, on choisit la température de déclenchement de la sonde en fonction de l'échauffement maximum admissible du moteur.

A.2.8 Capteur de débit

Un débitmètre massique est un appareil de mesure de débit basé sur la masse et non pas sur le volume.

La SCMI a choisi le débitmètre massique MF 3000 comme la meilleure solution possible pour mesurer le débit de ciment. Le système MF 3000 peut être facilement installé sur les tuyauteries métalliques existantes

Principe et fonctionnement

- Bénéficiant de toutes les dernières technologies hyperfréquences, le MF 3000 permet de mesurer de manière reproductible le débit des matières solides (poudre, pulvérulents, etc.) circulant dans des conduits métalliques
- Le débit massique peut ensuite être calculé sur la base des variations de fréquence et d'amplitude constatées pendant la mesure. Les particules immobiles (par exemple les dépôts) sont ignorées



Figure A.11 Capteur de Débit.

Annexe B Quelques entrées et sorties des blocs CFC

B.1 Les entrées

B.1.1 GREZ (Retour marche)

La condition logique de base est le 0. GREZ=1 signifie que tous les éléments de ce groupe fonctionnent. Il peut être par exemple le déclenchement du dernier moteur d'un convoyeur ou le d'une série des moteurs en parallèle.

Exemple de connexion : tous les EVS (retour marche des moteurs) ou KVS1/2 (les positions limites des clapet) vont être connecté avec GREZ.

B.1.2 GRAZ (Retour arrêt)

La condition logique de base est le 1, GRAZ=0 signifie que tous les éléments de ce groupe s'arrêtent. Il peut être par exemple l'arrêt du dernier moteur d'un convoyeur ou le d'une série des moteurs en parallèle.

Exemple de connexion : tous les EVS (l'absence du retour marche des moteurs) ou KVS1/2 (les positions limites des clapets) vont être connecté avec GRAZ.

B.1.3 GSAZ (Défaut dynamique)

La condition logique de base est le 0. Une possibilité pour relier les défauts dynamiques qui ne peuvent pas être automatiquement acquis par les modules moteurs ou les modules d'alarme. Avec GSAZ=1, le groupe indique les défauts dynamiques.

B.2 Les sorties des blocs

B.2.1 GDE (Constante commande marche)

Condition logique de base est le 0. GDE=1 signifie que le groupe est démarré jusqu'à donner une instruction d'arrêt.

B.2.2 GDA (Constante commande arrêt)

Ce paramètre est employé pour arrêter les moteurs, GDA=1 conduit à l'arrêt des moteurs jusqu'à l'arrêt de tous les éléments du groupe.

B.2.3 GRA (Retour arrêt)

La Condition logique de base est le 0. Le GRA obtient la valeur 1 quand le groupe est complètement arrêté (GRAZ=1).

Remarque :La lettre xest à remplacer en fonction de l'objet Cemat utilisé par le consommateur ou la séquence concernée.

La lettre 'x' sera remplacé par :

- . **E** pour un moteur
- . **V** pour une vanne
- . **K** pour un registre (damper)

- Interlock de démarrage : type d'action **xEVG**

Etat normal = 1 / Etat bloquant = 0

Cet asservissement est pris en compte en mode automatique et single.

Cette entrée est utilisée pour connecter les asservissements qui seront pris en compte avant le démarrage. Une fois le démarrage effectué, ces asservissements n'ont aucune influencesur l'équipement.

Equivalent standard LAFARGE : DSI

- Interlock permanent : type d'action **xBVG**

Etat normal = 1 / Etat bloquant = 0

Cet asservissement est pris en compte en mode automatique et single.

Cette entrée est utilisée pour connecter les asservissements qui seront pris en compte en permanence (empêchant un démarrage, et provoquant un arrêt immédiat si activé). Cet interlock n'est pas actif en mode local.

Equivalent standard LAFARGE : DSQIpour un consommateur

- Interlock sécurité en automatique : type d'action **xSVA**

Etat normal = 1 / Etat bloquant = 0

Cet asservissement est valide en mode automatique et single.

Il provoque l'arrêt et le passage de l'icône objet en rouge (sans apparition d'alarme, l'alarme devra être générée par la condition qui provoque l'interlock). Cet interlock n'est pas actif en mode local.

Exemple : les déports de bande d'un transporteur sont connectés à cette entrée. En local le transporteur pourra être démarré afin d'ajuster les déports.

Equivalent standard LAFARGE : PE2 pour un consommateur

- Interlock sécurité permanent : type d'action **xSVG**

Etat normal = 1 / Etat bloquant = 0

Cet asservissement est valide dans tous les modes (auto, single, local ...).

Il provoque l'arrêt et le passage de l'icône objet en rouge (sans apparition d'alarme, l'alarme devra être générée par la condition qui provoque l'interlock).

Exemple : les seuils très haut de températures enroulements d'un moteur de moyenne tension sont connectées à cette entrée. En local le moteur ne peut être démarré que si une les températures ne sont pas en seuil très haut.

Equivalent standard LAFARGE : PE1 (et DPI) pour un consommateur

- Contrôleur de rotation : type d'action **EDRW**

Cet asservissement vient du contrôleur de rotation moteur.

De façon standard ce signal est pris en compte uniquement lorsque l'ordre de marche a été donné (après un temps ajustable).

Le type de contrôleur (à impulsion ou pas) doit être indiqué dans les *remarques*.

Equivalent standard LAFARGE : BP pour un consommateur

- Interlock de démarrage : type d'action **GEVG**

Etat normal = 1 / Etat bloquant = 0

Cet asservissement est pris en compte en mode automatique et single.

Cette entrée est utilisée pour connecter les asservissements qui seront pris en compte avant le démarrage. Une fois le démarrage effectué ces asservissements n'ont aucune influence sur la séquence.

Equivalent standard LAFARGE : SSI

- Interlock permanent : type d'action **GBVG**

Etat normal = 1 / Etat bloquant = 0

Cette entrée est utilisée pour connecter les asservissements qui seront pris en compte en permanence (empêchant un démarrage, et provoquant un arrêt séquentiel si activé).

Equivalent standard LAFARGE : SSD pour la séquence

- Interlock d'arrêt : type d'action **GAVG**

Etat normal = 1 / Etat bloquant = 0

Cette entrée empêche l'arrêt séquentiel d'un groupe par opérateur via le bouton stop de face plate groupe (Les interlocks programmes d'arrêt séquence GBVG ou GQSP restent actif).

Elle est utilisée pour éviter l'arrêt accidentel par opérateur d'un groupe si un autre groupe n'est pas encore arrêté complètement.

Equivalent standard LAFARGE : pas d'équivalent

- Quick stop: type d'action **GQSP**

Cette entrée est utilisée pour faire un arrêt d'urgence du groupe (arrêt rapide sans délais entre l'arrêt des équipements).

Equivalent standard LAFARGE : QSTP pour une séquence

Bibliographie

- [1] 'Le procédé de fabrication de ciment de la SCMI', Société de Ciment Mitidja, Meftah Algérie.
- [2]<http://fr.m.wikipedia.org/wiki/séquence>.
- [3] 'Broyeur Ciment n1 (BK1) analyse fonctionnelle' MEF-410-L01, Société de Ciment Mitidja, Meftah Algérie, 2015.
- [4] J.Demartini, 'Introduction aux Automates programmables industriels et aux Réseaux locaux industriels', 1999 –2000.
- [5] www.automation.siemens.com
- [6] 'Subject to change without prior notice Article No'DFFA-B10058-00-7600 Dispo 06318 WS 1115X.X, Siemens AG©, Germany, 2015.
- [7] 'SIMATIC ET 200 pour solutions d'automatisation distribuée brochure', Siemens, Germany, novembre 2012.
- [8] 'Système de conduite de processus PCS 7 CFC pour SIMATIC S7', Description fonctionnel A5E02109227-01, Siemens, Germany, 2009.
- [9] 'Reference Manual Objects for Function Block Library ILS_CEM', Siemens, Germany.
- [10] 'Documentation de Système de conduite de processus PCS 7 Getting Started', Part 1 (V7.1), Siemens, Germany, 2009.
- [11] 'Manuel Opérateur Rev A' MEF-861-N06, Société de Ciment Mitidja, Meftah Algérie, 2013.