

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 الآلية والالكتروتقني  
Département automatique et électrotechnique



## Mémoire de Master

Spécialité : Automatique et informatique industrielle

Présenté par

RAMDANI AMAR

# Automatisation et régulation d'un système d'extraction du calcaire sous PCS 7

Proposé par : Kaoula Ikram & ABBAD CHERIF

Année Universitaire 2022-2023

## Remerciements

---

Tout d'abord, je tiens à exprimer ma reconnaissance infinie envers le Tout-Puissant, Dieu, qui m'a octroyé la volonté, le courage et la patience, et qui a guidé mes pas sur le chemin juste tout au long de mes années d'études.

Je tiens à adresser mes sincères remerciements à ma promotrice, Madame Kaoula Ikram de l'université SAAD DAHLEB de Blida, pour sa patience et ses précieux conseils.

À M. Abbad Cherif, je suis profondément reconnaissant de m'avoir accordé votre confiance et d'avoir partagé avec moi vos connaissances, et bien plus encore, pendant notre stage SCMI. Je vous remercie pour vos conseils éclairés et pour avoir été présent tout au long de l'élaboration de cette lettre. Sachez que je vous suis extrêmement reconnaissant et que j'éprouve une profonde gratitude à votre égard.

Je tiens également à exprimer ma chaleureuse reconnaissance envers les membres du jury pour l'honneur qu'ils ont fait en acceptant d'évaluer notre projet.

Enfin, j'aimerais exprimer ma profonde gratitude envers ma famille ainsi que tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

## Dédicaces

---

Je souhaite dédier ce mémoire :

À ma très chère Mère et à mon cher Père, pour leur soutien constant tout au long de mes années d'études, pour leurs sacrifices infinis, leurs prières pour moi, ainsi que pour les efforts considérables consentis pour mon éducation, mon apprentissage, et pour m'aider à atteindre cet objectif. Pour tout cela, et pour ce qui ne peut être exprimé, je leur témoigne mon affection indéfectible.

À mes très chers frères et ma sœur.

À toutes mes connaissances.

À mes chers amis, depuis mes premières années universitaires jusqu'à ce jour, et surtout à mes camarades de AII, pour vos encouragements, votre amour, et les moments inoubliables que nous avons partagés tout au long de cette année. Je vous souhaite également beaucoup de chance.

Je tiens également à mentionner tous les professeurs et enseignants que j'ai eu depuis mes premières années à l'école primaire jusqu'à aujourd'hui. Je ne pourrai jamais assez exprimer mon estime, mon respect et ma gratitude envers eux.

Enfin, je dédie ce travail à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à sa réalisation.

J'espère sincèrement que ce travail apportera satisfaction à tous ceux qui auront l'occasion de le lire.

---

## ملخص:

تم تطوير أطروحة الماستر هذه كجزء من مشروع داخل جمعية الأسمنت في Mitidja de Meftah (SCMI). الهدف من هذا المشروع هو استبدال S5 95U PLC باستخدام برنامج Siemens Simatic S5 ، المسؤول حاليًا عن نظام استخراج الحجر الجيري في خزانة Centrex. سيتم إجراء هذا الاستبدال باستخدام S7\_400 واجهة برمجة التطبيقات، والذي سيكون مسؤولاً عن التحكم في العديد من الخزانات. لضمان هذا الانتقال، سيتم التحكم في الخزانة Centrex من قبل PLC S7\_400 من خلال الأطراف اللامركزية ET-200M. سيتم تطوير برنامج في إطار البرمجيات PCS7 للسماح بترحيل وتوحيد البرنامج الحالي.

الكلمات الرئيسية: S7\_400 ; واجهة برمجة التطبيقات؛ ET200M; PLC S5 95U; برمجيات PCS7 .

---

**Résumé :** Ce mémoire de master a été élaboré dans le cadre d'un projet au sein de la Société des ciments de la Mitidja de Meftah (SCMI). L'objectif de ce projet est de remplacer le PLC S5 95U utilisant le logiciel Simatic S5 de Siemens, qui est actuellement en charge du système d'extraction de calcaire dans l'armoire Centrex. Cette substitution se fera en utilisant l'automate API S7\_400, qui sera responsable du contrôle de plusieurs armoires. Pour assurer cette transition, l'armoire Centrex sera contrôlée par l'automate API S7\_400 grâce à la périphérie décentralisée ET-200M. Un programme sera développé sous le logiciel PCS7 afin de permettre la migration et la standardisation du programme existant.

**Mots clés :** l'automate API S7\_400 ; l'automate PLC S5 95U ; ET200M ; logiciel PCS7

---

**Abstract :** This master's thesis was developed as part of a project within the Cement Society of Mitidja de Meftah (SCMI). The objective of this project is to replace the S5 95U PLC using Siemens Simatic S5 software, which is currently in charge of the limestone extraction system in the Centrex cabinet. This substitution will be done using the API S7\_400, which will be responsible for the control of several cabinets. To ensure this transition, the Centrex cabinet will be controlled by the S7\_400 PLC through the ET-200M decentralized periphery. A program will be developed under the PCS7 software to allow migration and standardization of the existing program.

Keywords: API S7\_400; PLC S5 95U; ET200M; PCS7 software

---

## Listes des acronymes et abréviations

**API** : Automate Programmable Industriel.

**AS** : Automation Station (Station d'Automatisation).

**CFC** : Continuous Function Chart.

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

**ENG** : Engineer Station (Stationne ingénieur).

**FM** : Module Fonctionnel.

**GICA** : Groupe Industriel de Ciment d'Algérie.

**OS** : Station Opérateur (Operateur Station).

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

**PID** : Proportionnelle, Intégrateur, Dérivateur.

**PROFIBUS** : Process Field Bus.

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

**SCMI** : La Société de Ciment de Mitidja.

**SFC** : Séquentiel Fonction Chart.

**TOR** : Tout Ou Rien.

**VN** : Registre.

**WF** : Doseur.

**WinCC** : Windows Control Center.

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

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

**XP** : Capteur logique de pression.

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

**YT** : Temperatur Analogie Sensor (Capteur analogique de température).

# Table des matières

Remerciement

Dédicaces

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale..... 1

## **Chapitre1 Présentation de la société et processus de fabrication de ciment**

1.1 Introduction ..... 3

1.2 Présentation de la société ..... 3

1.2.1 Historique de l'unité de Meftah ..... 3

1.2.2 Localisation ..... 4

1.2.3 Dates de mise en service..... 4

1.3 Les constituants du ciment. .... 5

1.4 Présentation des ateliers de la cimenterie ..... 5

1.4.1 Zone carrière calcaire ..... 6

1.4.2 Zone cru ..... 8

1.4.3 Zone cuisson (formation du clinker) ..... 10

1.4.4 Zone ciment ..... 11

1.4.5 Zone expédition ..... 13

1.5 Conclusion ..... 14

## **Chapitre2 Problématique et analyse fonctionnelle**

2.1 Introduction ..... 15

2.2 Problématique ..... 15

2.3 Principe de fonctionnement d'extraction de calcaire centrex ..... 15

2.4 Présentation des différents d'extraction de calcaire (centrex) ..... 16

2.5 Séquences de marche ..... 22

2.5.1 Définition de séquence. .... 23

2.5.2 Organigramme ..... 23

2.5.3 Grafcet ..... 24

2.6 Boucles de régulation ..... 26

2.7 Conclusion ..... 27

### **Chapitre3 Configuration matériel et programmation**

3.1 Introduction .....	28
3.2 Le matériel de l'automatisme utilisé .....	28
3.2.1 L'API SIMATIC S7-400 .....	28
3.2.2 ET200M .....	29
3.3 Le réseau de notre projet .....	29
3.4 logiciels de programmation SIMATIC PCS 7 .....	30
3.4.1 Introduction .....	30
3.4.2 Architecture du système SIMATIC PCS 7 .....	30
3.4.3 Langage de programmation Pcs7 .....	31
3.4.4 Création d'un nouveau projet .....	31
3.4.5 Configuration matérielle .....	33
3.5 L'éditeur CFC .....	37
3.6 Signification des vues dans SIMATIC Manager.....	39
3.6.1 Vue de composants .....	39
3.6.2 Vue technologique .....	39
3.6.3 Vue des objets de process .....	39
3.7 Le pack CEMAT .....	40
3.8 Programmation notre atelier avec PCS7 .....	40
3.9.Description des blocs .....	41
3.10 Exemples de programmation.....	46
3.11 Conclusion .....	49

### **Chapitre4 Simulation et résultats**

4.1 Introduction.....	50
4.2 Chargement et compilation du programme .....	50
4.2.1 Le chargement du programme .....	50
4.2.2 La compilation du programme .....	51
4.3 La supervision.....	51
4.4 Le logiciel de supervision WinCC .....	51
4.4.1 Utilisation de WinCC .....	52
4.4.2 Présentation de Graphics Designer .....	52
4.5 Simulation .....	57

4.5.1 Simulation avec PLCSIM .....	57
4.5.2 RUNTIME .....	58
4.6 Ecrans et structure de commande .....	59
4.6.1 Vues standard .....	59
4.6.2 Description générale de l'écran .....	59
4.6.3 Zones de l'écran .....	59
4.6.4 Paramétrage de régulateur PID .....	60
4.6.5 Faces-avant (face plate) .....	60
4.6.6 Vue de diagnostique .....	61
4.7 Conclusion .....	65
Conclusion générale .....	66
Bibliographie. ....	67
Annexe... ..	68



## Liste des figures

Figure 1.1 : Vue générale de la Société de Cimenterie de Mitidja (SCMI).....	4
Figure 1.2 : Localisation de SCMI.....	4
Figure 1.3 : Schéma du processus de fabrication du ciment.....	5
Figure 1.4 : La zone carrière .....	6
Figure 1.5 : Carrière Calcaire.....	6
Figure 1.6 : Stockage Matière Première.....	7
Figure 1.7 : Carrière Argile.....	7
Figure 1.8 : La zone cru.....	8
Figure 1.9 : Atelier de Pré-broyage et Sec.....	8
Figure 1.10 : Dépoussiérage.....	8
Figure 1.11 : Atelier.....	9
Figure 1.12 : la matière du ciment.....	10
Figure 1.13 : La zone cuisson.....	10
Figure 1.14 : Atelier Cuisson.....	11
Figure 1.15 : La zone ciment.....	11
Figure 1.16: Silos de Stockage de Clinker.....	12
Figure 1.17 : Atelier Broyage.....	12
Figure 1.18 : Zone d'expédition.....	13
Figure 1.19 : stockage ciment.....	13
Figure 1.20 : Expédition en Sac.....	14
Figure 1.21 : Expédition en vrac.....	14
<i>Figure 2.1 VUE SYNOPTIQUE DU CENTREX .....</i>	<i>16</i>
<i>Figure 2.2 Pompe Hydraulique-Centrex du CENTREX.....</i>	<i>17</i>
<i>Figure 2.3 Ventilateur refroidissement huile du CENTREX .....</i>	<i>18</i>
<i>Figure 2.4 Registre régulation débit du CENTREX. ....</i>	<i>19</i>
<i>Figure 2.5 Niveau réservoir huile .....</i>	<i>20</i>
<i>Figure 2.6 Colmatage filtre à huile pompe hydraulique. ....</i>	<i>21</i>
<i>Figure 2.7 Capteur de pression. ....</i>	<i>22</i>
<i>Figure 2.8 STRUCTURE DES PID.....</i>	<i>26</i>
<i>Figure 2.9 le schéma de la boucle de régulation de vitesse d'extraction.....</i>	<i>27</i>

Figure 3.1	Automate programmable industriel (API) S7-400.....	29
Figure 3.2	ET-200M.....	29
Figure 3.3	Le réseau de notre projet.....	30
Figure 3.4	SIMATIC PCS 7 architectures.....	31
Figure 3.5	Les étapes pour créer un nouveau projet .....	32
Figure 3.6	Définir la bibliothèque bio projet comme une bibliothèque principale. ....	32
Figure 3.7	Création des stations AS et OS. ....	33
Figure 3.8	Première étape pour la configuration matérielle. ....	34
Figure 3.9	Déclaration de la carte de communication CP. ....	35
Figure 3.10	Création d'une station SIMATIC PC (CIMENT).. ....	36
Figure 3.11	Configuration de l'OS.....	36
Figure 3.12	L'icône MPI1 sur la configuration réseau. ....	37
Figure 3.13	Configuration réseau.....	37
Figure 3.14	L'éditeur CFC.....	38
Figure 3.15	différents vues dans SIMATIC Manager.....	39
Figure 3.16	Création Dossier hiérarchiques. ....	40
Figure 3.17	Exemple de dossier hiérarchique de notre programme.....	40
Figure 3.18	Bloc C_GROUPE.....	42
Figure 3.19	Bloc C_DRIVE.....	43
Figure 3.20	Bloc C_ANNUNACE.....	43
Figure 3.21	Bloc C_MESURE.....	45
Figure 3.22	BlocC_DAMPER. ....	45
Figure 3.23	Le bloc CTRL_PID. ....	46
Figure 3.24	Programmation de C_GROUP. ....	47
Figure 3.25	Programmation de C_DRV.....	48
Figure 3.26	Programmation de C_MEASUR. ....	48
Figure 3.27	Programmation de CTRL_PID.....	48
<i>Figure 4.1</i>	Chargement du programme dans la CPU .....	50
<i>Figure 4.2</i>	Compilation du programme.....	51
<i>Figure 4.3</i>	WinCC Explorer. ....	52
<i>Figure 4.4</i>	Graphics Designer.....	53
<i>Figure 4.5</i>	Exemple d'une bibliothèque statique .....	53
<i>Figure 4.6</i>	Exemple d'une bibliothèque dynamique.....	54

<i>Figure 4.7</i> La fenêtre Dynamic Wizards.....	54
<i>Figure 4.8</i> Exemple d'une liaison entre l'objet et son bloc CFC. ....	55
<i>Figure 4.9</i> Vue de processus sous Graphics Designer .....	55
<i>Figure 4.10</i> <i>Picture Tree Manager</i> .....	56
<i>Figure 4.11</i> Vue Editeur de projet OS.....	57
<i>Figure 4.12</i> Interface de simulation PLCSIM .....	58
<i>Figure 4.13</i> Lancement de simulation.....	58
<i>Figure 4.14</i> Description général de projet... ..	59
<i>Figure 4.15</i> Paramétrage de régulateur PID .....	60
<i>Figure 4.16</i> Face-avant Groupe centrex.....	61
<i>Figure 4.17</i> Diagnostique d'un groupe (centrex).....	61

## Liste des tableaux

Tableau 2.1 Liste des consommateurs de la séquence 216S11.....	23
Tableau 2.2 Liste des capteurs logiques et analogiques de la séquence 416S05 .....	23
Tableau 2.3 Liste des capteurs analogiques de la séquence 216S11.....	23
Tableau 2.4 Boucle de régulation 216DA01R01. ....	27
Tableau 4.1 Etat de la séquence. ....	62
Tableau 4.2 Mode de fonctionnement. ....	63
Tableau 4.3 Objet moteur. ....	63
Tableau 4.4 Annonce de défauts .....	64
Tableau 4.5 Mesures analogiques.....	64
Tableau 4.6 Sélection. ....	64

# Introduction générale

---

De nos jours, la plupart des usines industrielles fonctionnent grâce à des systèmes automatisés. L'automatisation des processus métiers est associée à une augmentation de la productivité et à une meilleure gestion de projet. Un autre avantage de l'automatisation est la réduction du risque d'erreurs humaines, ce qui est particulièrement crucial pour la gestion des contrats, l'exécution des états de paie et la garantie de la qualité des produits livrables.

La SCMI, filiale du groupe GICA, est une entreprise algérienne spécialisée dans la fabrication de ciment. Grâce à son réseau national, la SCMI est en mesure de fournir ses produits sur l'ensemble du territoire. Son procédé de fabrication spécifique garantit la qualité exceptionnelle de son ciment, respectant les normes internationales de fiabilité et de respect de l'environnement. La SCMI est composée de cinq zones de fabrication de ciment.

Notre travail porte sur le système d'extraction de calcaire Centrex dans la deuxième zone d'atelier CRU. Pour cela, nous allons développer un programme à l'aide du logiciel PCS7, en utilisant un régulateur PID. Afin de présenter notre travail, nous avons élaboré un plan de travail comprenant quatre chapitres :

## **Chapitre 1 : Processus de fabrication du ciment**

Dans ce chapitre, nous présenterons le processus de fabrication du ciment dans l'usine de la SCMI. Nous détaillerons les différentes étapes, depuis l'extraction du calcaire jusqu'à l'obtention du produit final. Nous expliquerons également l'importance de chaque étape et son impact sur la qualité du ciment produit.

## **Chapitre 2 : Problématique et analyse fonctionnelle**

Ce chapitre sera consacré à l'identification des problématiques spécifiques liées au système d'extraction de calcaire Centrex dans la deuxième zone d'atelier CRU. Nous analyserons les différents paramètres à prendre en compte, tels que la quantité de calcaire extraite, la régularité du débit, etc. Nous définirons également les objectifs à atteindre et les contraintes auxquelles nous devons faire face.

## **Chapitre 3 : Configuration matérielle et programmation**

Dans ce chapitre, nous aborderons la configuration matérielle nécessaire pour mettre en place le système d'extraction de calcaire Centrex. Nous détaillerons les différents composants utilisés, tels que les capteurs, les actionneurs et le régulateur PID. Nous expliquerons également la programmation réalisée à l'aide du logiciel PCS7 pour assurer le bon fonctionnement du système.

## **Chapitre 4 : Simulation et résultats**

Ce dernier chapitre sera consacré à la simulation du système d'extraction de calcaire Centrex et à l'analyse des résultats obtenus. Nous présenterons les différentes simulations réalisées pour évaluer les performances du système et son efficacité dans la gestion de l'extraction de calcaire. Nous discuterons également des résultats obtenus et des améliorations possibles.

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

---

### 1.1 Introduction :

Le ciment est un liant hydraulique sous la forme d'une fine poudre minérale qui s'hydrate en présence d'eau. Il forme une pâte de prise qui durcit progressivement à l'air ou à l'eau. C'est un composant essentiel du béton car il transforme un mélange non cohésif en un solide. La production de ciment est réalisée par plusieurs de ces entreprises en Algérie. Nous avons trouvé la société « Société de Cimenterie Mitidja SCMI » à Meftah. Dans ce chapitre, nous avons présenté les différentes étapes de fabrication du ciment de cette entreprise.

### 1.2 Présentation de la société :

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 1.400.000.000DA. 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].

#### 1.2.1 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 Survey er N'enneiger et Chenevert (S.N.C).



**Figure 1.1** Vue générale de l'entreprise [1]

## 1.2.2 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 L'araba à l'ouest.



**Figure 1.2 :** Localisation de SCMI.

## 1.2.3 Date de mise en service :

- ✚ 31 janvier 1975 : démarrage de l'atelier cru
- ✚ 06 mai 1975 : allumage du four
- ✚ 01 septembre 1975 : production de ciment
- ✚ Commercialisation du ciment : 06 novembre 1975



### 1.3 Les constituants du ciment :

Les matières premières nécessaires à la fabrication du ciment sont le calcaire ( $\text{CaCO}_3$ ), l'argile ( $\text{SiO}_2 - \text{AL}_2\text{O}_3$ ), le sable, minerais de fer et les deux ajouts le gypse et le tuf.

Ces différentes matières (calcaire, argile, sable, fer) sont broyées à l'aide d'un concasseur et sont transportées 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 où il est chauffé (environ  $1450\text{ }^\circ\text{C}$ ) pour donner le clinker.

Les granulés de clinker sont introduits dans un broyeur à boulet avec des ajouts (gypse, tuf) ou ils sont broyés finement pour donner le produit final qui est le ciment [1]

### 1.4 Processus de fabrication du ciment :

L'usine possède une seule ligne de production, le procédé de fabrication est la voie sèche. Le processus de fabrication du ciment de l'usine de MEFTAH est divisé en cinq zones : la première zone étant zone carrière et concassage, zone préparation du cru, zone cuisson, zone ciment et la zone d'ensachage et expédition.

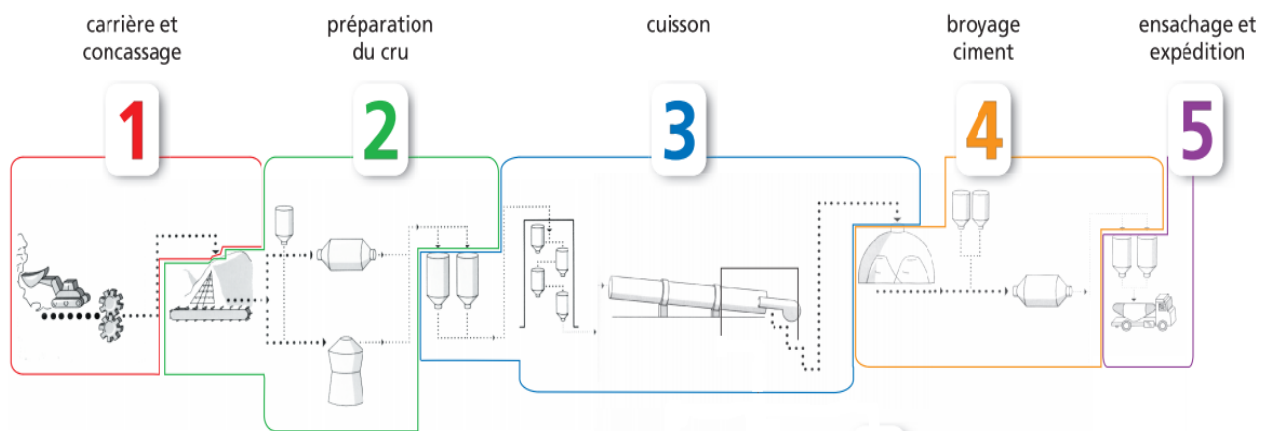


Figure 1.3 : Schéma du processus de fabrication du ciment [1]

### 1.4.1 Zone 1 « carrière calcaire »



**Figure 1.4:** La zone carrière [1]

Elle est constituée d'un concasseur et de tapis pour transporter le calcaire vers le hall de stockage.

#### a) Abattage et stockage

- ❖ Le clinker est constitué de quatre éléments essentiels (calcaire, argile, minerai de fer et le sable) l'obtention de chaque composant se fait comme suite :



**Figure 1.5 :** Carrière Calcaire [1]

#### b) Calcaire :

- Son extraction se fait à partir d'un gisement distant de l'usine d'un kilomètre et ayant une durée de vie de quatre ans. Ce gisement offre une réserve importante (de plus 79 millions de tonnes), ce qui assure l'élément essentiel du clinker (80% du clinker). Après une opération d'abattage avec explosifs, le calcaire est transporté par des camions de capacité 32 tonnes. Vers la zone de concassage (trémie blindée avec du fer), puis vient l'ATM ; ayant pour rôle l'alimentation du concasseur à marteaux avec les roches du calcaire.



**Figure 1.6** Stockage Matière Première [1]

***c) Argile, minerai de fer et sable :***

D'autre part les trois autres éléments sont stockés (après le concassage) dans un hall commun : hall ajouts, équipé de deux circuits de bandes transporteuses et de deux gratteurs semi portique.



***Figure I.7: Carrière Argile [1]***

### 1.4.2 Zone 2 « Cru : broyage et séchage » :



Figure 1.8 : La zone cru

- ❖ Ces éléments quittent leurs halls de stockage à travers des bandes transporteuses vers leurs trémies correspondantes là où la matière est versée suivant un système automatique de dosage (régulation de charge et/ou de vitesse).
- ❖ Le traitement dans la zone cru se fait en deux étapes :

#### a) *Atelier de pré-broyage et séchage APS :*

Suivant un système automatique de dosage, les éléments : calcaire, argile et minerai de fer se retrouvent transportés dans la même bande transporteuse vers un concasseur (et/ou) une presse à rouleaux, le mélange est aspiré par des ventilateurs à air chaud (GGC et gaze du four) vers le séparateur statique là où le produit fini est stocké dans 4 cyclones de capacité de 90T/H chacun, le reste passe par un dépoussiéreur qui donne un produit fini, celui-ci se rajoute au précédent dans l'aéroglossière principale vers la zone homogénéisation.



Figure 1.9: Atelier de Pré-broyage et Sec



Figure 1.10: Dépoussiérage



## **b)- broyage :**

Le broyeur à boulets est constitué de deux chambres séparées d'une cloison à lumière, la première a un blindage sur la circonférence appelé : élévateur, élevant ainsi les boulets. Pour la seconde chambre son blindage appelé : classeur (classeur de boulets du plus grand au plus petit).

Au pied du broyeur il Ya l'élévateur à godets et un ventilateur dont le rôle est d'aspirer toute la matière se trouvant dans la broyeur et l'envoyée vers le dépoussiéreur (tétra-cyclones) qui procède à une première séparation, le produit fini est stocké dans les quatre cyclones et les rejets se retrouvent au pied du broyeur pour parvenir au séparateur dynamique à travers un élévateur à godets, ce dernier permet de soulever les fines particules avec de l'aire chaud (gaze du four) et les stocker dans des cyclones (8 cyclones en tout), et les rejets reviennent au niveau du broyeur pour un nouveau cycle de broyage. Le contenu des cyclones est versé dans aéroglisseurs vers silos de la zone homogénéisation.[1].

## **c)-Zone Homogénéisation :**



*Figure 1.11 : Atelier*

Cette zone comporte quatre silos ; deux pour le stockage de farine et les deux autres sont appelés : silos homos. Les silos homos de 2500T chacun, sont reliés entre eux par deux surverses en cas ou un niveau limite est atteint. En plus, les quatre silos sont équipés de vannes cycliques ; ayant chacune quatre sorties et deux entrées. Les sorties sont reliées aux quatre compartiments des silos et l'une des entrées est reliée à deux compresseurs tant disque l'autre à une seule.

### ✚ **Récupération de la matière**

Gratteur à palette (gratteur portique et gratteur semi portique).

✚ Le but de cette zone est le dosage Entre 4 matières :

- Calcaire 80%
- Argile 17%
- Sable 2%
- Minerai de fer 1%



*Figure 1.12 : la matière du ciment [1]*

### 1.4.3 Zone 3 formations du clinker « cuisson »



**Figure 1.13** : La zone cuisson [1]

Cet atelier est constitué essentiellement d'un four et d'un refroidisseur, mais avant que la farine n'arrive à l'entrée du four, elle passe par la tour de préchauffage, elle comporte deux blocs symétriques. Chacun comporte tout en haut le ding l'air, en fait se sont les deux dépoussiéreurs cru et cuisson, et trois cyclones et une boîte à fumée. Cette tour à été conçu dans le but de diminuer le taux d'humidité et de la pré décarbonatation de la farine car la matière après avoir été récupéré dans le dinglaire, elle descend vers les trois cyclones où un chauffage à contre-courant se produit, car la matière descend pendant que les vents chauds montent, ceci implique que la température du dernier cyclone en allant de haut en bas est le plus chaud, ainsi la matière au pied du four est déshydratée, pré-décarbonatée et préchauffée prête à la cuisson.



*Figure 1.14 : Atelier Cuisson*

- La cuisson se produit dans le four, ce dernier est constitué de quatre zones ; la zone de décarbonations (900°C), la zone de transition, la zone de cuisson (1450°C) et la zone de refroidissement (1200°C).
- A la du four, il y a le refroidisseur à grilles ; trois grilles exactement et chaque grille est constituée de deux chambre, une fixe et l'autre mobile, les grilles sont inclinées à trois degrés et sont animées d'un mouvement de v et vient à l'aide d'un vérin à double effet (hydraulique)
- A la sortie du refroidisseur, on trouve le concasseur à rouleaux, le rouleau transporteur et trois autres concasseurs. Le clinker concassé est déversé dans des chaînes traînantes vers les silos de stockage clinker.

#### **1.4.4 Zone 4 « ciment »**



*Figure 1.15 : La zone ciment*

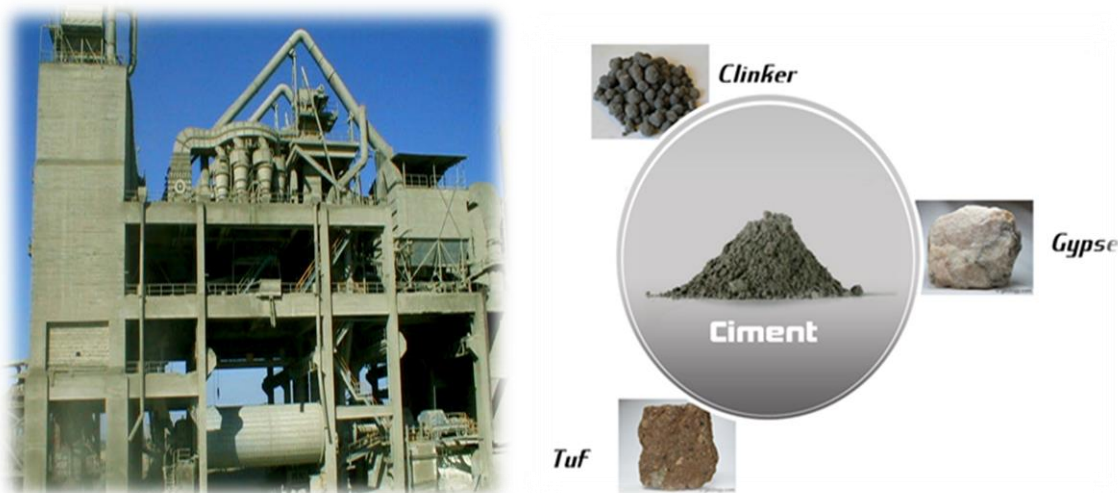


- ❖ Cet atelier est composé de deux ligne identique avec de débit de 90T/h chacun de production du ciment.
- ❖ Les trois matières (clinker, gypse et tuf) sont acheminées vers leurs trémies correspondantes, le remplissage de la trémie clinker se fait à travers le tapis **T16** qui vient s'approvisionner de kk (clinker) stocké dans les silos de stockage, puis vient l'élévateur à godet qui achemine le KK vers la chaîne TKFI pour remplir la trémie.



**Figure 1.16** : Silos de Stockage de Clinker

- ❖ Le gypse sera stocké dans le silo de stockage gypse d'une capacité de 4000T. Le tuf sera transporté par les tapis vers l'élévateur à godets qui alimente la chaîne (TKF2) pour remplir la trémie tuf
- ❖ Après le dosage des matières ; KK (80%), gypse (6%) et tuf (14%), elles sont transportées sur un tapis vers le broyeur ciment pour le broyage, la matière broyée sera transportée par l'élévateur à godets sortie broyeur, puis elle sera déversée dans le séparateur dynamique. Les rejets seront transportés par aérogليسeur rejets vers l'entrée broyeur pour le ré broyage, le ciment sera acheminé par aérogليسeur principale vers les silos de stockage à l'aide d'élévateur à godets ou l'air-lift.



**Figure 1.17** : Atelier Broyage

Les gaz poussiéreux sont par un ventilateur de tirage à travers un filtre à manches pour la récupération du ciment, et les gaz épurés sont expulsés vers l'atmosphère.



### 1.4.5 Zone 5 « expédition »



**Figure 1.18 : Zone d'expédition**



- Le ciment est stocké dans huit silos avec une capacité de 5000T chacun ; l'expédition du ciment se fait en sac ou en vrac.
- Homogénéisation des mélanges premiers
- Cuisson de la farine = Clinker
- Broyage du (Clinker + Gypse + Ajouts) = Ciment
- Expédition : Le ciment extrait des

**Figure 1.19 : stockage ciment**

- Silos de stockage est vendu soit dans des sacs en papier de 50Kg, soit en vrac.
  - 65% sac
  - 35% vrac



*Figure 1.20 : Expédition en Sac*



**Figure 1.21 : Expédition en vrac**

## 1.5 Conclusion

Au sein de ce chapitre, nous avons minutieusement décortiqué le processus de production du ciment, en le fractionnant en cinq zones primordiales. Cette démarche nous a conféré une meilleure appréhension de la zone précise qui constitue l'essence même de notre projet.

Dans le prochain chapitre, nous aborderons la problématique sous-jacente et exposerons en détail les divers instruments employés dans le système d'extraction de calcaire Centrex au sein de la zone CRU.

### 2.1 Introduction

La production de ciment de haute qualité requiert une surveillance et un contrôle rigoureux de la quantité des matières premières ainsi que de leur conformité aux normes. Cela implique notamment le contrôle du groupe d'alimentation dans la zone de crudité. Dans ce chapitre, nous avons présenté divers distributeurs, capteurs et actionneurs utilisés sur ce site, en exposant également leurs caractéristiques et principes de fonctionnement.

De plus, nous avons abordé la problématique qui a servi de fondement à notre travail de mémoire.

### 2.2 Problématique

Le système d'extraction de calcaire Centrex est actuellement opérationnel grâce à l'utilisation du logiciel Simatic S5 de Siemens, basé sur l'automate PLC S5 95U. Notre étude vise à réaliser la migration et la standardisation du programme qui contrôle ce système vers le PCS7, en utilisant l'automate PLC S7 400.

### 2.3 Principe de fonctionnement d'extraction de calcaire centrex

Dans le cadre de l'optimisation du fonctionnement de l'atelier APS\_CRU et afin d'assurer une alimentation continue du concasseur et du broyeur, nous disposons d'un système de dosage sophistiqué composé de quatre doseurs : le doseur de calcaire, le doseur d'argile, le doseur de fer et le doseur de sable. Ces doseurs sont contrôlés par une consigne ou une recette fournie par le laboratoire, qui surveille la qualité des matériaux. Parmi ces doseurs, nous accordons une attention particulière au doseur de calcaire, qui est essentiel pour garantir une extraction efficace du calcaire. Pour cela, nous utilisons un ensemble complet d'extraction appelé "Centrex".

Le fonctionnement de ce système repose sur un système hydraulique, qui permet une extraction régulière et continue du calcaire tant que le doseur est en marche. Une boucle de régulation basée sur le poids dans la trémie et la vitesse d'extraction est mise en place pour assurer un fonctionnement optimal.

Le package "Centrex" est constitué d'une pompe hydraulique à huile, d'un servomoteur qui régule la quantité d'huile et la vitesse de rotation de l'extracteur, ainsi que d'un système de sécurité (un dispositif de refroidissement à l'huile) avec deux ventilateurs, ainsi que des capteurs de température et de pression.

## 2.4 Présentation du centrex

L'extraction de calcaire centrex que nous allons programmer contient EQUIPEMENTS et des capteurs logiques et analogique (figure 2.1) :

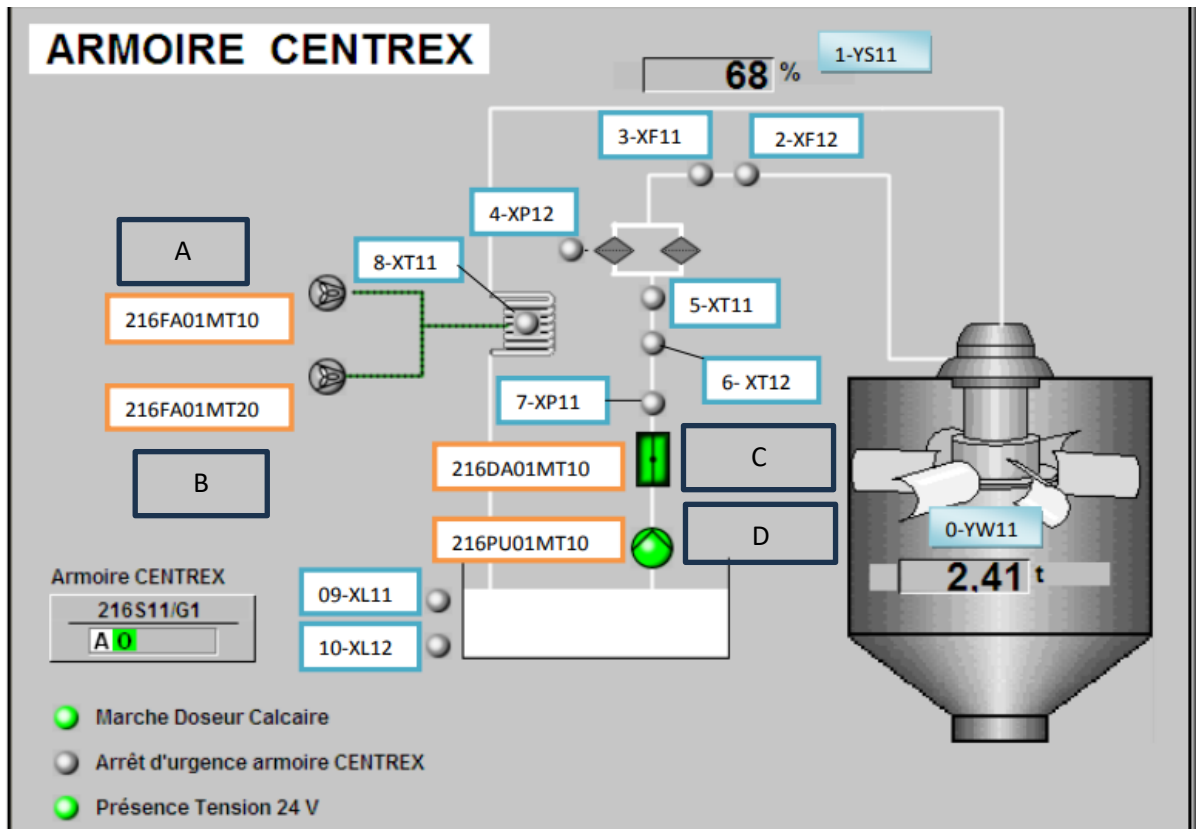


Figure 2.1 : VUE synoptique du CENTREX [3]

### LEGENDES

- 0- . 216WF09YS11 : Vitesse Centrex
- 1- 216WF09YW11 : Poids de trémie calcaire.
- 2- 216PU01XF12 : Manque d'huile Déclenchement.
- 3- 216PU01XF11 : Manque d'huile Alarme
- 4- 216PU01XP12 : Colmatage filtre à huile pompe hydraulique.
- 5- 216PU01XT11 : Température haute pompe hydraulique.
- 6- 216PU01XT12 : Température Très haute pompe hydraulique.
- 7- 216PU01XP11 : Pression très Haute.
- 8- 216FN01XT11 : Température haute refroidissement Huile.
- 9- 216PU01XL11 : Niveau bas réservoir huile.
- 10- 216PU01XL12 : Niveau très bas réservoir huile.

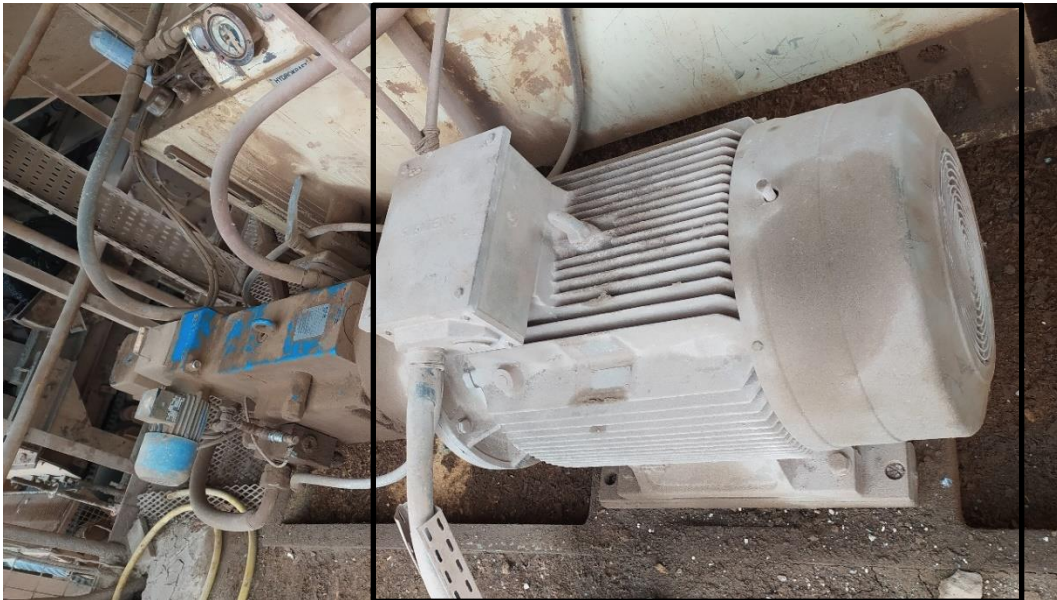
## **EQUIPEMENTS**

- A- 216FA01MT10 : Ventilateur refroidissement huile 1.
- B- 216FA01MT20 : Ventilateur refroidissement huile 2.
- C- 216DA01MT10 : Registre régulation débit.
- D- 216PU01MT10 : Pompe Hydraulique-Centrex.

### **2.4.1 DÉFINITION ÉQUIPEMENTS UTILISÉ**

#### **2.4.1.1 Pompe Hydraulique-Centrex**

Une pompe hydraulique est un dispositif utilisé pour générer un débit de fluide hydraulique sous pression. Elle est souvent utilisée dans les systèmes hydrauliques pour fournir la puissance nécessaire à l'actionnement de vérins, de moteurs ou d'autres équipements hydrauliques.



**Figure 2.2 : Pompe Hydraulique-Centrex du CENTREX**

#### **2.4.1.2 Ventilateur refroidissement huile**

Un ventilateur de refroidissement d'huile est un dispositif utilisé pour dissiper la chaleur générée par un système de lubrification à huile. Il est couramment utilisé dans les machines industrielles et d'autres équipements nécessitant une lubrification à huile.

Le ventilateur de refroidissement d'huile est généralement monté sur le radiateur d'huile ou directement sur le carter d'huile. Il est conçu pour extraire l'air chaud qui circule autour du système de lubrification et le remplacer par de l'air plus frais provenant de l'extérieur. Cela permet de maintenir une température de fonctionnement optimale de l'huile, ce qui est crucial pour assurer la performance et la durabilité du moteur ou de la machine.



Certains ventilateurs de refroidissement d'huile sont équipés de capteurs de température, qui activent le ventilateur lorsque la température de l'huile atteint un seuil prédéfini. Cela permet un contrôle automatique du refroidissement en fonction des besoins.

Il est important de maintenir le ventilateur de refroidissement d'huile en bon état de fonctionnement et de vérifier régulièrement son fonctionnement. Des pales endommagées, des connexions électriques défectueuses ou des obstructions peuvent réduire l'efficacité du refroidissement et entraîner une surchauffe de l'huile.

En résumé, un ventilateur de refroidissement d'huile est un composant essentiel pour maintenir la température de l'huile à un niveau optimal, assurant ainsi le bon fonctionnement et la durée de vie des moteurs et des machines.



**Figure 2.3 :** Ventilateur refroidissement huile du CENTREX

### **2.4.1.3 Registre régulation débit**

Le registre de régulation de débit est un dispositif utilisé dans les systèmes de contrôle et de régulation industriels pour ajuster le débit d'un fluide, tel que l'air, l'eau, le gaz, etc. Il est utilisé pour contrôler la quantité de fluide qui passe à travers une conduite, une vanne ou une autre ouverture.

Le registre de régulation de débit peut prendre différentes formes, mais il est généralement composé d'un actionneur et d'un élément de régulation. L'actionneur, qui peut être pneumatique, électrique ou hydraulique, est responsable de l'ouverture et de la fermeture du registre, tandis que l'élément de régulation, tel qu'une vanne, un volet ou une plaque, contrôle le passage du fluide.

L'objectif du registre de régulation de débit est de maintenir un débit spécifié dans un système, en ajustant la position de l'élément de régulation en fonction des signaux provenant de capteurs de débit ou d'autres dispositifs de contrôle. Cela permet de répondre aux exigences de production, de maintenir des conditions de fonctionnement optimales ou de respecter des paramètres de sécurité.

Ils jouent un rôle crucial dans le contrôle des processus industriels, l'optimisation des performances, la sécurité des installations et la gestion des ressources.



**Figure 2.4 :** Registre régulation débit du CENTREX

#### **2.4.1.4 Les capteurs logiques et analogique**

Les capteurs logiques et analogiques sont deux types de capteurs utilisés pour mesurer et détecter différents phénomènes physiques. Voici une explication de chacun de ces types de capteurs :

##### **2.4.1.4.1 Capteurs logiques**

Les capteurs logiques sont utilisés pour détecter des signaux binaires, c'est-à-dire des états "0" ou "1". Ils fournissent une sortie numérique qui indique la présence ou l'absence d'un événement ou d'une condition spécifique.

Ces capteurs sont couramment utilisés dans les applications de détection de proximité, de présence, d'interruption de faisceau, de détection d'objets, etc.

Les capteurs logiques peuvent être basés sur différentes technologies, telles que les interrupteurs à actionnement mécanique, les capteurs à effet Hall, les capteurs infrarouges, les capteurs à ultrasons, etc.

##### **2.4.1.4.2 Capteurs analogiques**

Les capteurs analogiques mesurent et fournissent une sortie continue en fonction d'une grandeur physique spécifique telle que la température, la pression, la force, la tension, etc.

Ils fournissent des informations sous forme de signaux analogiques, généralement une tension ou un courant proportionnel à la grandeur physique mesurée.

Les capteurs analogiques sont utilisés dans une large gamme d'applications, notamment les systèmes de contrôle, les dispositifs de surveillance, les instruments de mesure, etc.

Les technologies de capteurs analogiques comprennent les jauges extenso métriques, les capteurs de pression, les thermocouples, les capteurs à ultrasons, les capteurs de force, les capteurs de niveau, etc.

#### **2.4.1.4.3 Niveau réservoir huile**

Les capteurs de niveau pour réservoir d'huile sont des dispositifs utilisés pour mesurer et surveiller le niveau d'huile dans un réservoir. Ils sont utilisés dans diverses industries, notamment l'automobile, l'industrie pétrolière, l'industrie chimique, etc. Voici quelques-uns des capteurs de niveau couramment utilisés pour les réservoirs d'huile :

##### **Capteurs de niveau à flotteur**

Ces capteurs utilisent un flotteur qui monte ou descend en fonction du niveau d'huile dans le réservoir. Le mouvement du flotteur est converti en un signal électrique qui indique le niveau de l'huile.

Ces capteurs de niveau pour réservoir d'huile offrent différentes options en termes de précision, de fiabilité et de coût. Le choix du capteur approprié dépendra des spécifications techniques, de l'environnement de l'application et des exigences spécifiques du réservoir d'huile.



**Figure 2.5 :** Niveau réservoir huile

#### **2.4.1.5 Colmatage filtre à huile pompe hydraulique**

Le colmatage du filtre à huile d'une pompe hydraulique peut être un problème courant qui peut affecter les performances et la fiabilité du système hydraulique. Voici quelques informations sur le colmatage du filtre à huile de la pompe hydraulique :

##### **1. Fonction du filtre à huile**

Le filtre à huile est conçu pour capturer les particules indésirables, telles que les contaminants, les impuretés et les débris présents dans l'huile hydraulique.



Son rôle est de préserver la propreté de l'huile et de protéger les composants de la pompe hydraulique contre les dommages et l'usure prématurée.

## **2. Causes du colmatage du filtre à huile**

Le colmatage du filtre à huile peut être causé par une accumulation excessive de particules dans le filtre.

Les particules peuvent provenir de diverses sources, telles que l'usure normale des composants, les contaminants externes, les résidus de fabrication ou de maintenance, etc.

Il est également essentiel de maintenir un environnement propre lors des opérations de remplissage ou de maintenance de l'huile hydraulique pour minimiser l'introduction de contaminants.

Il est important de surveiller régulièrement l'état du filtre à huile de la pompe hydraulique et de prendre des mesures appropriées en cas de colmatage. Une maintenance préventive et un remplacement régulier du filtre à huile peuvent contribuer à maintenir le bon fonctionnement du système hydraulique et à prolonger la durée de vie des composants.



**Figure 2.6:** Colmatage filtre à huile pompe hydraulique

### **2.4.1.6 Capteur de pression**

Un capteur de pression est un dispositif conçu pour mesurer la pression d'un fluide ou d'un gaz. Il convertit la pression en un signal électrique, généralement une tension ou un courant, qui peut être utilisé pour afficher, contrôler ou enregistrer la pression dans un système. Voici quelques informations supplémentaires sur les capteurs de pression :

#### **Principe de fonctionnement**

Les capteurs de pression utilisent différents principes de fonctionnement pour mesurer la pression. Les technologies couramment utilisées comprennent les capteurs

piézorésistifs, capacitifs, à jauge de contrainte, à membrane, à tube de Bourdon, à diaphragme, etc.

Chaque technologie a ses propres avantages et limites en termes de précision, de plage de mesure, de sensibilité, de stabilité, de résistance à l'environnement, etc.



**Figure 2.7:** Capteur de pression

## ***2.5 Séquences de marche***

### **2.5.1 Définition de séquence**

Une séquence est une série d'éléments placés et traités les uns après les autres : [3]

La séquence CENTREX est 216S11, elle appartient au dossier APS dans l'arborescence du programme CFC dans l'automate 210PL01-Broyeur Cru. [3]

La séquence de marche L'extraction de calcaire centrex se compose de plusieurs étapes. Celles-ci dépendent de certaines conditions de marche et d'arrêt. Ces conditions sont en fonction de plusieurs variables (capteur, consommateur, etc.). Le tableau suivant définit et explique le rôle de ces variables dans le fonctionnement du centrex.

#### **2.5.1.1 LISTE D'EQUIPEMENT**

Le tableau suivant définit LISTE D'EQUIPEMENT dans le fonctionnement du Centrex.

<b>Tag</b>	<b>Commentaries</b>
216PU01MT10	Pompe Hydra Lique-CENTREX
216FA01MT10	Ventilateur refroidissement huile 1
216FA01MT20	Ventilateur refroidissement huile 2
216DA01MT10	Registre regulation Vitesse CENTREX

**Tableau 2.1.** Les consommateurs de la séquence 216S11.

### 2.5.1.2 LISTE DE CAPTEURS

Le tableau suivant définit LISTE DE CAPTEURS et explique le rôle de ces variables dans le fonctionnement du centrex.

Capteur	Commentaire	Asserv.	Equipment	Temp. (Sec)	Remarque
216FN01XT11	Température haute refroidissement Huile	ESPO	216FA01MT10 216FA01MT20	0	Sur température haute 216FN01XT11 (1= température haute), les deux ventilateurs de refroidissement huile démarrent sporadiquement. Les deux ventilateurs de refroidissement huile s'arrêtent une minute après la disparition de message température haute (216FN01XT11 =0).
216PU01XF11	Manque d'huile Alarme	-	-	2	- 1= Alarme.
216PU01XF12	Manque d'huile Déclenchement	ESVA	216PU01MT10	2	- 0= Arrêt pompe 216PU01MT10.
216PU01XL11	Niveau bas réservoir huile	-	-	2	- 1= Alarme.
216PU01XL12	Niveau très bas réservoir huile	ESVG	216PU01MT10	2	- 0= Arrêt pompe 216PU01MT10.
216PU01XP11	Pression très Haute	ESVG	216PU01MT10	3	- 0= Arrêt pompe 216PU01MT10.
216PU01XP12	Colmatage filtre à huile pompe hydraulique	-	-	0	- 1= Alarme.
216PU01XT11	Température haute pompe hydraulique	ESVG	216PU01MT10	0	- 1= Arrêt pompe 216PU01MT10.
216PU01XT12	Température Très haute pompe hydraulique	ESVG	216PU01MT10	0	- 0= Arrêt pompe 216PU01MT10.
216WF09XH11	Arrêt d'urgence armoire CENTREX	ESVG	Tous les équipements	0	- 0= Arrêt.
216WF09XX05	Présence Tension 24 V	QSTP	Tous les équipements	0	- 0= Arrêt.

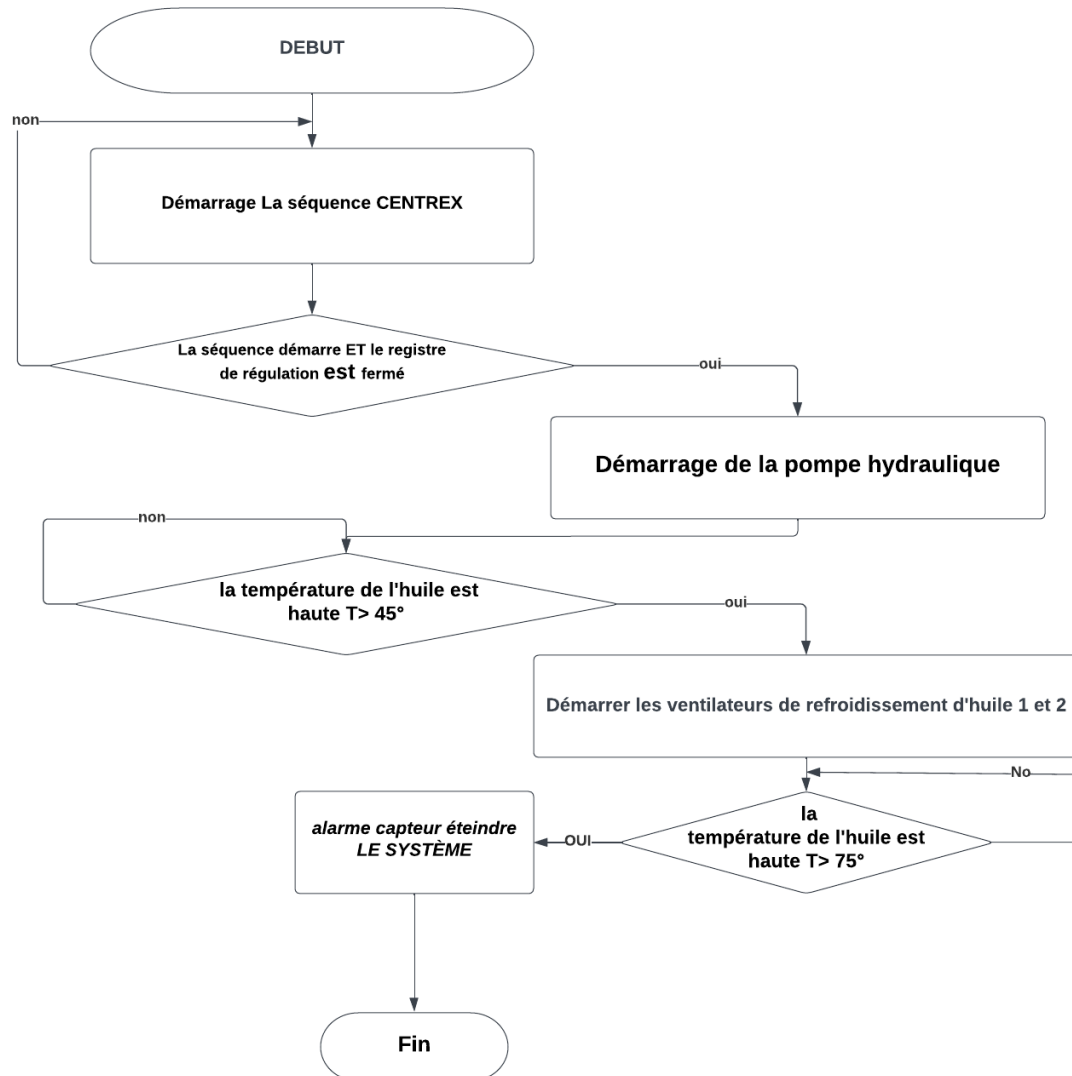
**Tableau 2.2.** Les capteurs logiques de la séquence 216S11.

TAG	Ext	Description Tag	Description Défaut	Priorité	Interlock (Asservissement)		Valeur Action (Unite)	Temps Délais (sec.)	Remarques
					Conformateur /Séquence	Type action			
<i>'Nom Separation fonctionnelle'</i>									
216PU01YT11	HH	Capteur de temperature reservoir Centrex	Très Haut	T	216PU01MT10	ESVG	85°C	0	
216PU01YT11	H	Capteur de temperature reservoir Centrex	Haut	W	216FA01MT10 216FA01MT20	ESPO	40 °C arrêt 45 °C Démarre	0	
216WF09YP11	HH	Capteur de pression Centrex	Très Haut	T	216PU01MT10	ESVG	163 bars	10	
216WF09YP11	H	Capteur de pression Centrex	Haut	W			120 bars		
216WF09YS11		Capteur de Vitesse Centrex		I					
216WF09YS11	HH	Capteur de Poids de tremie calcaire	Très Haut	T	Arret Groupe Centrex 216S11	GABG	07 t	2	

**Tableau 2.3** les capteurs analogiques de la séquence 216S11

## 2.5.2 Organigramme de la séquence d'extraction de calcaire centrex

Le démarrage d'extraction de calcaire centrex est comme suit



### 2.5.3 Graficet de système d'extraction de calcaire centrex

Pompe Hydraulique-CENTREX : **Démarre si** La séquence démarre.

**ET** Le registre de régulation est fermé.

**S'arrête si** : La séquence s'arrête.

**Ventilateur refroidissement huile 1,2 :**

**Démarre si** : La séquence démarre. **ET** La température huile est haute.

**S'arrête si** :

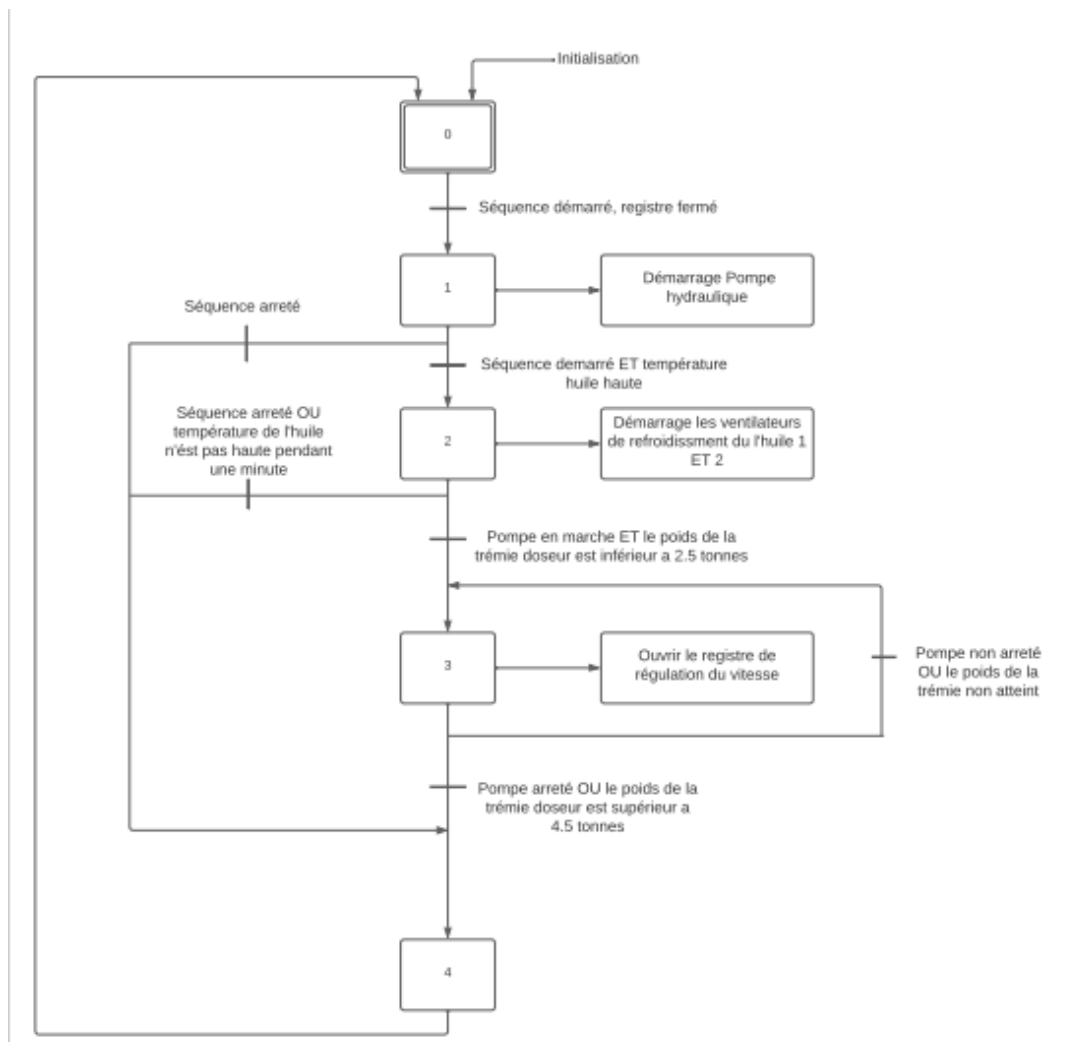
•La séquence s'arrête ou la température huile n'est pas haute

**Registre régulation Vitesse CENTREX :**

**S'Ouvre si** : La pompe 216PU01MT10 est en marche depuis 5 secondes.

**ET** Le poids de la trémie doseur Calcaire est inférieur de 2.5 tonnes.

**Se ferme si** : La pompe 216PU01MT10 s'arrête ou le poids de la trémie doseur Calcaire est supérieur de 4.5 tonnes.

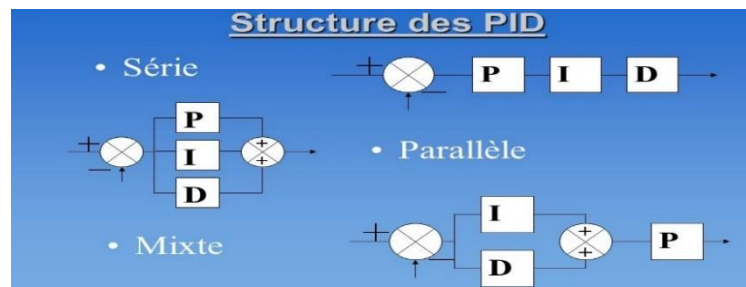


## 2.6 Définition du régulateur PID

Un régulateur PID ou correcteur PID (Proportionnel, Intégral, Dérivé ou Proportionnel, Intégral, Dérivé) est un système de contrôle qui permet l'asservissement en boucle fermée des systèmes industriels. C'est le régulateur de tension le plus utilisé dans l'industrie, et il permet de réguler un grand nombre de grandeurs physiques.

Les régulateurs PID fonctionnent de trois manières :

- Action proportionnelle : l'erreur est multipliée par le gain  $G$ .
- Action intégrale : l'erreur est intégrée et divisée par le gain  $T_i$ .
- Action dérivée : l'erreur est dérivée et multipliée par le gain  $T_d$ . Généralement il existe trois architectures possibles pour combiner les trois effets de cette dernière (série, parallèle, hybride), dans notre système nous utilisons le PID de l'architecture parallèle (**Figure 2.8**).



**Figure 2.8 : STRUCTURE DES PID.**

### 2.6.1 REGULATION (régulation de la vitesse d'extraction)216DA01MT10.

La vitesse du CENTREX se régule en fonction du poids de trémie de doseur Calcaire. Au-dessous de 2.5 tonnes le registre de régulation s'ouvre complètement (à 100 %) pour remplir la trémie. Quand le poids atteint 4.5 tonne le registre de régulation se ferme pour maintenir toujours le poids de la trémie entre 2.5 et 4.5 tonnes. [3]

### 2.6.2 Description de la boucle de régulation :

La boucle de régulation est un appareil composé d'un ou plusieurs capteurs qui mesurent la grandeur physique contrôlée, notre boucle de régulation se compose d'un contrôleur PID, d'une vanne proportionnelle et de deux aéroglisseurs, d'un ascenseur et d'une cellule de charge

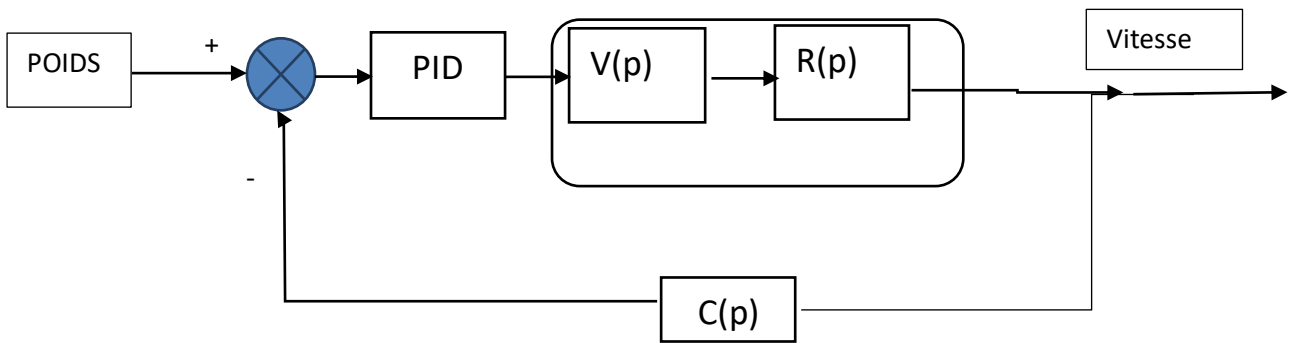
PID \_ Le contrôleur PID.

V(p)\_POMPE.

R(p)\_ VOLET

C(p)\_ POIDS trémie

Donc voilà le schéma bloc de système avec FT (**Figure 2.9**)



• **Figure 2.9** : le schéma de la boucle de régulation de vitesse d'extraction.

Tag	Description	Manuel		Auto	
		SP	MV	SP	MV
216DA01R01	regulateur Poids de trémie	Opérateur	216WF09YS11	Opérateur	216WF09YW11
Séquence en marche		20 %		Libération	
Séquence s'arrête pompe hydraulique.		20 %		mise a zero dumper	

**Tableau 2.4** : Boucle de régulation 216DA01R01

## 2.7 Conclusion

Au sein de ce chapitre, nous avons pu acquérir une compréhension approfondie du fonctionnement optimal ainsi que des divers éléments constitutifs de notre système. Nous avons examiné attentivement les différentes séquences et leurs composants respectifs, y compris les capteurs, les modes de démarrage et l'arrêt propres à chaque élément, ainsi que la boucle de régulation de vitesse.



### 3.1 Introduction

Grâce à l'automatisation, nous sommes en mesure de fournir des solutions à la fois simples et efficaces, ce qui se traduit par une réduction du temps d'intervention et du nombre d'arrêts nécessaires.

Au sein de ce chapitre, nous procéderons à la définition du logiciel PCS7 et à la configuration matérielle correspondante pour les automates maîtres S7400 et ET200M. Nous détaillerons également la manière d'utiliser ce logiciel pour programmer notre projet, mettant ainsi en évidence son utilité et ses fonctionnalités avancées.

### 3.2 *Le matériel de l'automatisme utilisé*

L'automate programmable, par le biais de ses entrées, reçoit des données qui sont ensuite soumises à un programme spécifique, et le résultat obtenu est ensuite délivré par ses sorties. Ce processus de traitement est effectué de manière cyclique, indépendamment du programme utilisé. Toutefois, la durée d'un cycle d'automate programmable peut varier en fonction de la taille du programme et de la puissance de l'automate lui-même.

Dans cette section, nous allons vous présenter l'équipement d'automatisation employé pour superviser le processus d'extraction des matières premières dans la zone de préparation de la farine crue. Nous détaillerons les composants spécifiques de cet automate, en mettant en évidence leur rôle et leur importance dans le fonctionnement global du système.

#### 3.2.1 SIMATIC.S7-400

Le S7-400(**Figure 3.1**) est une plateforme d'automatisation pour des solutions système dans l'industrie 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 [4].



Le SIMATIC S7-400 est doté d'une architecture modulaire, ce qui signifie qu'il peut être configuré selon les besoins spécifiques de l'application. Il prend en charge un large éventail de modules d'entrées/sorties (E/S) pour l'acquisition et le contrôle des signaux provenant de capteurs et d'actionneurs.

le SIMATIC S7-400 est un système de contrôle programmable puissant et flexible, conçu pour les applications industrielles exigeantes. Il offre des fonctionnalités avancées pour le contrôle et la gestion des processus, contribuant ainsi à l'automatisation et à l'efficacité des opérations industrielles.



**Figure 3.1** : Automate programmable industriel (API) S7-400

### **3.2.2 périphérie décentralisé ET200M**

Le système de périphérie décentralisé ET-200M (**Figure 3.2**) et de conception modulaire, et peut être configurée avec 12 modules de périphérie : des modules 'entrées/sorties' (ex. 64 entrées TOR) ou des modules de fonction ou encore des processeurs de communication S7-400 [5].



**Figure 3.2** : ET-200M.

### 3.3 Notre réseau de projets

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

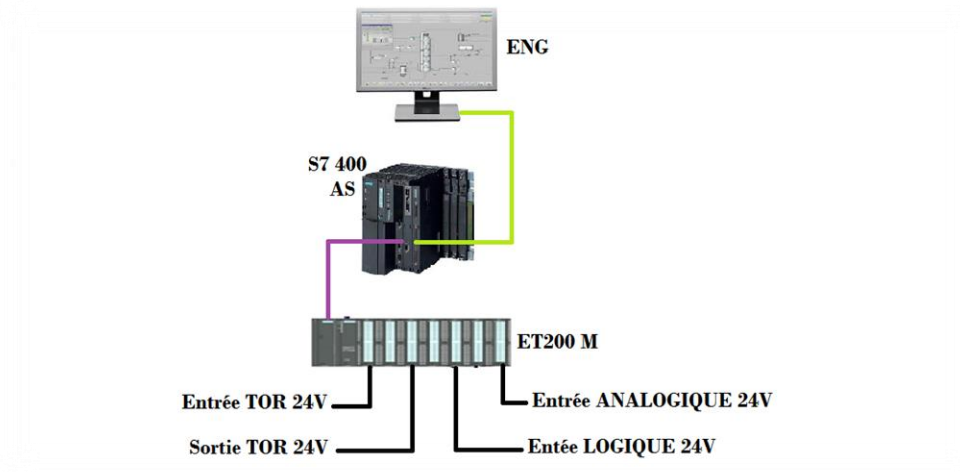


Figure 3.3 : Le réseau de notre projet.

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 logiciels de programmation SIMATIC PCS 7 :

#### 3.4.1 Introduction

Dans le domaine de l'industrie des procédés, le système de contrôle de processus SIMATIC PCS 7 offre une plateforme ouverte permettant la mise en place de solutions modernes, rentables et tournées vers l'avenir. Grâce à sa conception et à son architecture innovante, il est possible de réaliser une installation de manière économiquement efficace, tout en optimisant l'ensemble de son cycle de vie : de la planification à l'ingénierie, en passant par la mise en service, la formation, l'exploitation, la maintenance et les éventuelles extensions ultérieures.

#### 3.4.2 Architecture du système SIMATIC PCS 7

L'architecture du système SIMATIC PCS 7 (Figure 3.4) est conçue de telle sorte que le contrôle-commande soit configuré de manière optimale, en adéquation avec les dimensions de l'installation. Par la suite, il est possible à tout moment, en augmentant les capacités ou par le biais de modifications technologiques, de développer ou de reconfigurer le contrôle- commande SIMATIC PCS 7[5].

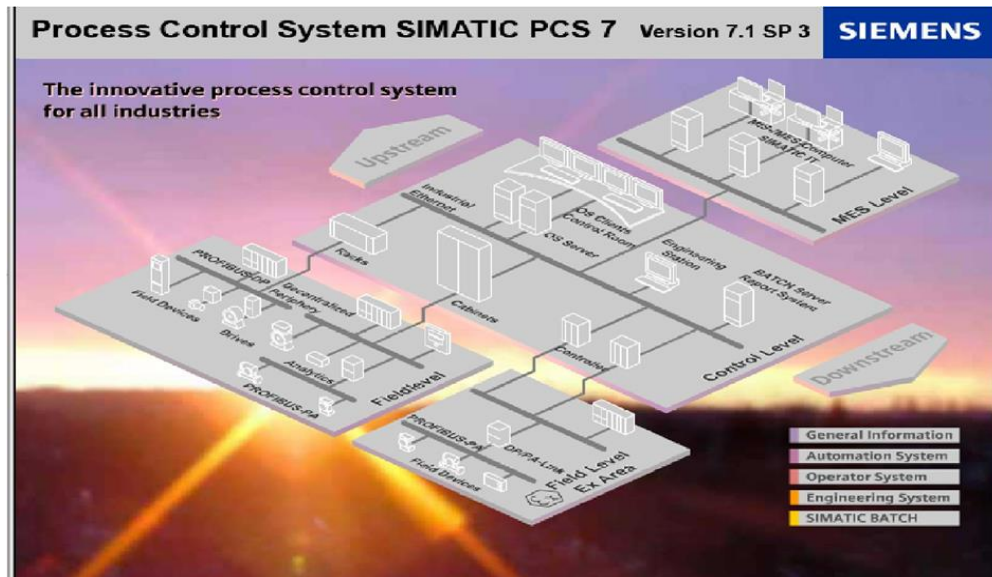


Figure 3.4: SIMATIC PCS 7 architectures

### 3.4.3 Langage de programmation Pcs7

PCS 7 est un système de conduite de processus grâce à de nombreuses fonctions automatiques. On peut créer facilement un projet. Il nous offre de nombreuses possibilités pour créer des solutions individuelles et spécifiques au projet, adapté à nos besoins [6].

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.

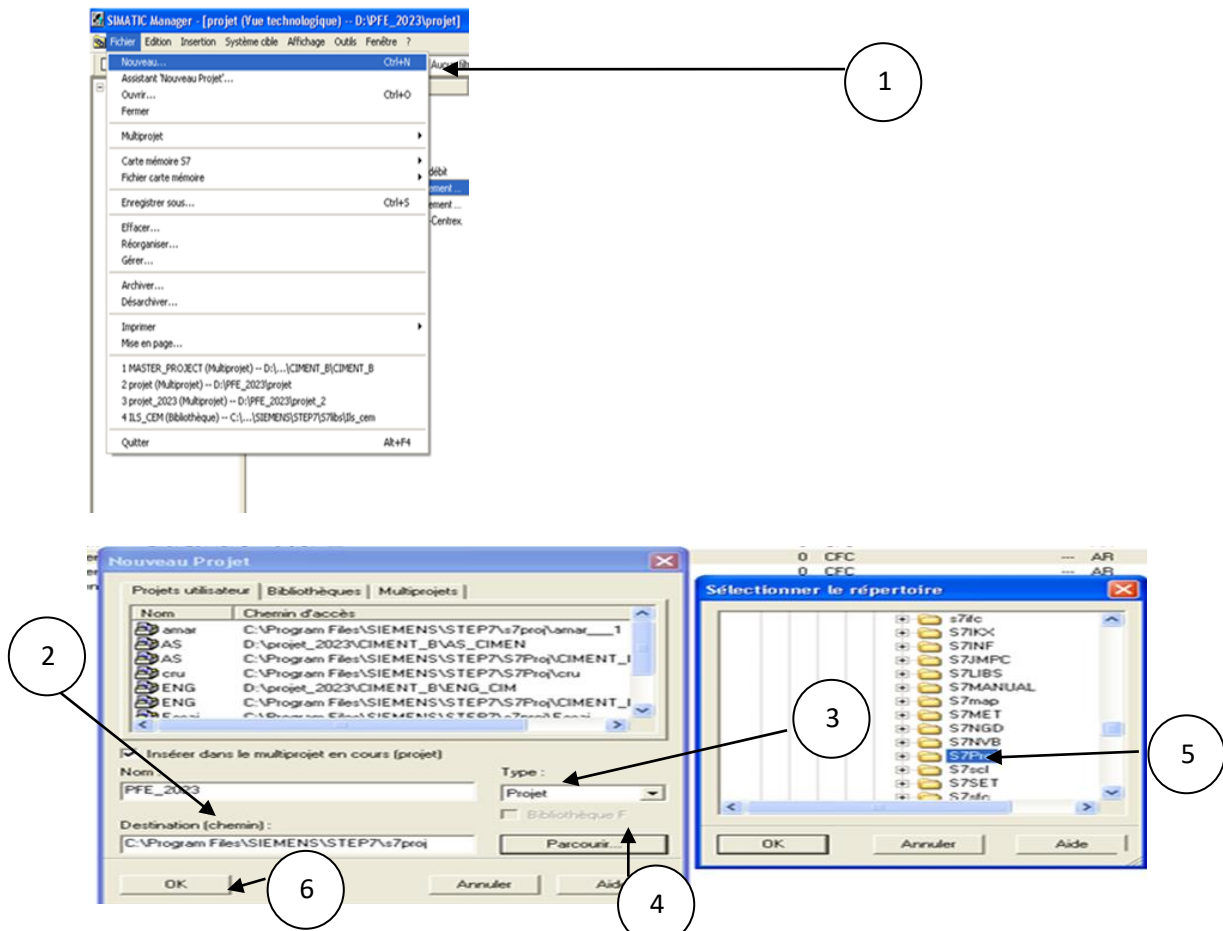
Éditeur CFC et SFC : Création de diagrammes CFC et de commandes séquentielles [7].

### 3.4.4 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 :

1. Créer un nouveau projet.
2. Nous choisissons le projet.
3. Donner un nom pour Le fichier (PFE\_2023).
4. Nous pouvons choisir un autre répertoire, il suffit de cliquer sur parcourir et sélectionner le répertoire puis confirmer par OK.
5. Le projet que nous avons créé sera installé dans le répertoire suivant : **(C:/SIEMENS/STEP7/s7proj.)**
6. Une fois terminer tous les choix, confirmer par OK.

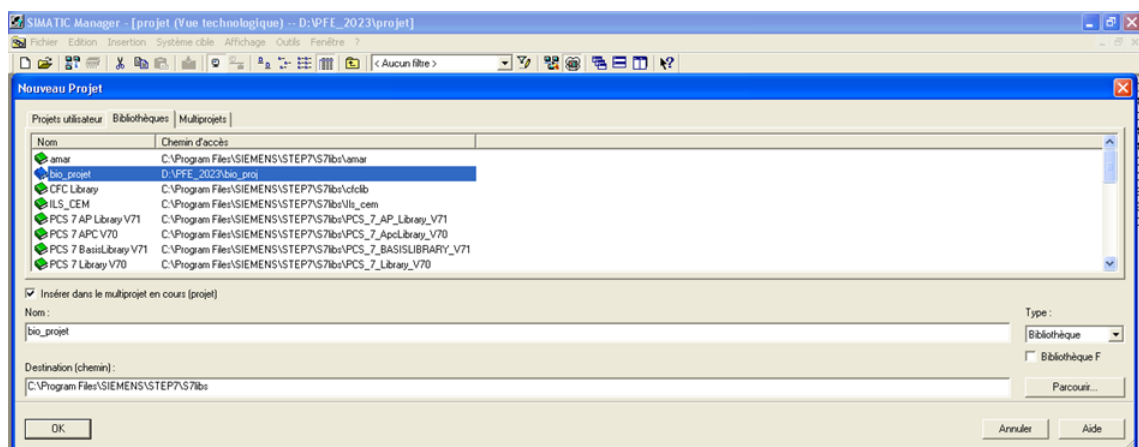


**Figure 3.5 :** Les étapes pour créer un nouveau projet.

Pour créer une bibliothèque, on suit les mêmes étapes :

(CIMENT\_B / multi-projet / insertion en multi-projet), mais on clique sur (bibliothèque) et on fait une sélection (BIO\_PROJET) et on clique sur OK pour valider.

Nous définirons notre bibliothèque choisie (BIO\_PROJET) comme bibliothèque principale à l'étape suivante.



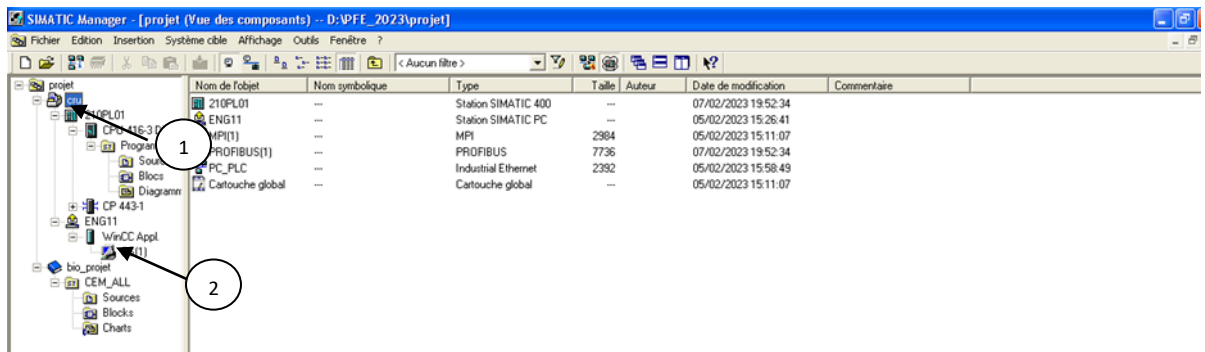
**Figure 3.6 :** Définir la bibliothèque bio projet comme une bibliothèque principale.

Après avoir créé et nommé le projet, nous devons créer des stations AS

Et OS dans la vue des composants du SIMATIC Manager, insérer de nouveaux objets avec le bouton droit de la souris ou les créer dans la

Configuration réseau selon la configuration matérielle de notre usine.

- Nouveau AS (cru) (1) (poste automate -SIMATIC 400)
- OS (2) (poste opérateur)



*Figure 3.7* Création des stations AS et OS.

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

### 3.4.5 Configuration matérielle

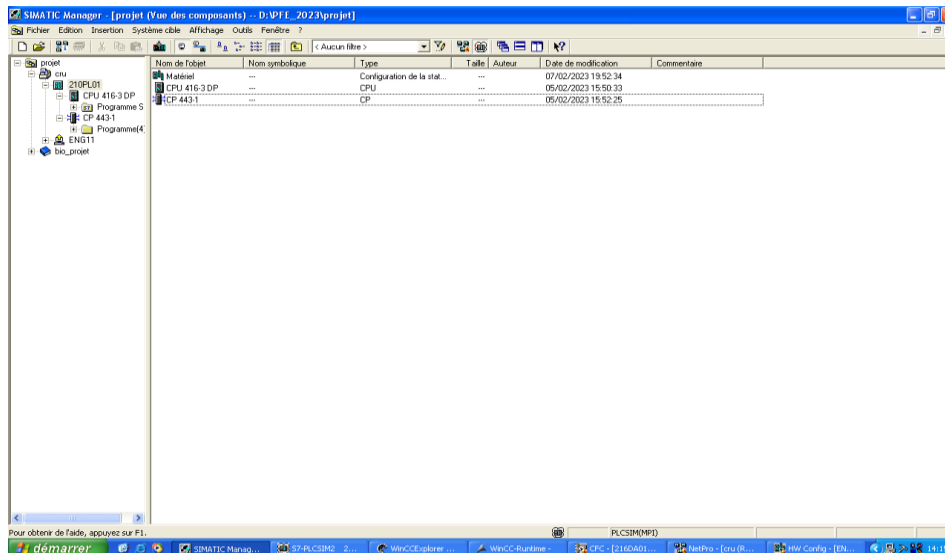
Les différentes configurations de composants du système PCS7 "New Project Assistant" sont l'AS, l'OS et les liaisons correspondantes.

Pour ce faire, nous devons effectuer les opérations suivantes :

#### 3.4.5.a Configuration matérielle de la station AS

Dans la vue des composants au niveau de la station AS, double-cliquez sur la configuration matérielle

Selon le cahier des charges, on appellera les composants (matériaux) trouvés dans la bibliothèque.



**Figure 3.8** Première étape pour la configuration matérielle.

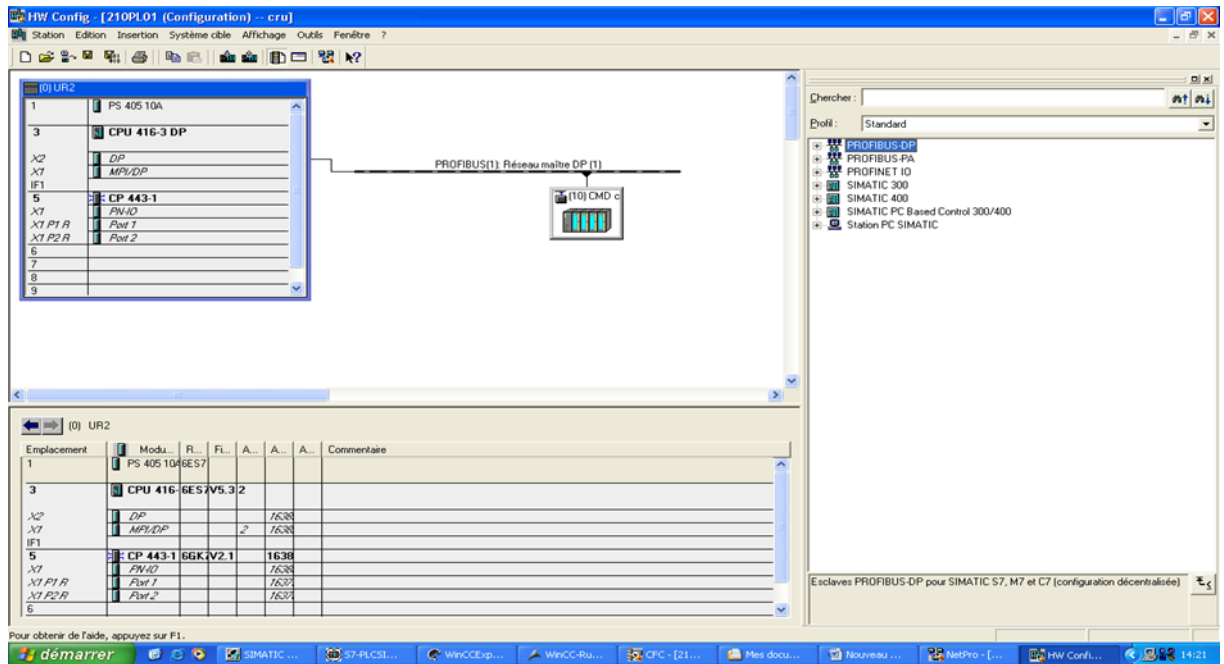
Le premier appareil que nous voulons représenter est le RACK (UR2) du S7-400, qui contient huit emplacements. Depuis la fenêtre "Catalogue matériel" sur SIMATIC 400> RACK-400> UR2.

Le deuxième matériau est l'alimentation PS407 10A, nous la mettons dedans (SIMATIC- 400> PS-400> Standard PS-400> PS 407 10A).

Le troisième matériel à configurer est la CPU 416-3 DP. En troisième position du rack, retirez-le du "Catalogue matériel" (SIMATIC-400> CPU-400> CPU 416-3 DP> 6ES7 416- 3XR05 -0AB0> V5.3).

Le quatrième appareil à configurer est le module de communication Ethernet Cp 443-1.

Ensuite, nous devons déclarer la carte de communication CP



**Figure 3.9** Déclaration de la carte de communication CP

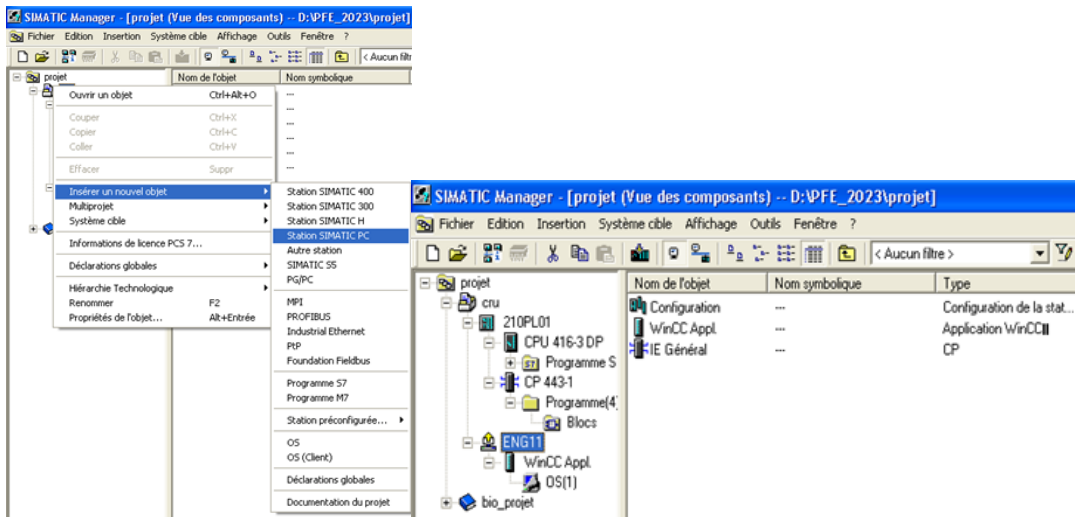
Après la déclaration du matériel de la station centralisé, nous allons déclarer la station décentralisé L'ET200M (IM 153-1). La sélectionne se fait à partir du "Catalogue du matériel" sur (PROFIBUS DP>ET200M> IM 153-1(6ES7153-1AA03-0XB0).

Nous choisissons l'adresse du RROFIBUS et nous confirmons par OK

### 3.4.5.b Configuration de la station ingénieur ENG

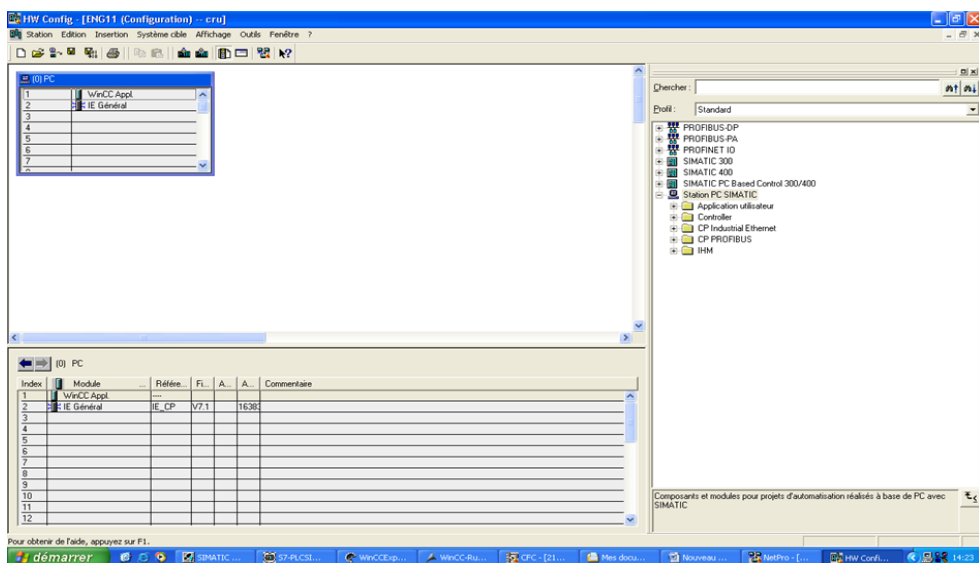
Dans la vue des composants, on sélectionne le projet ENG (Engineering) et nous créons une nouvelle station SIMATIC PC. Cette station permet de réaliser une interface homme- machine pour les tâches de supervision





**Figure 3.10** 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 clic.
  - ✓ 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 3.11** Configuration de l'OS.



### 3.4.5.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 » SA (vue des composants) on sélectionne ''la configuration de réseau'' Ouvrir l'icône de MPI1.

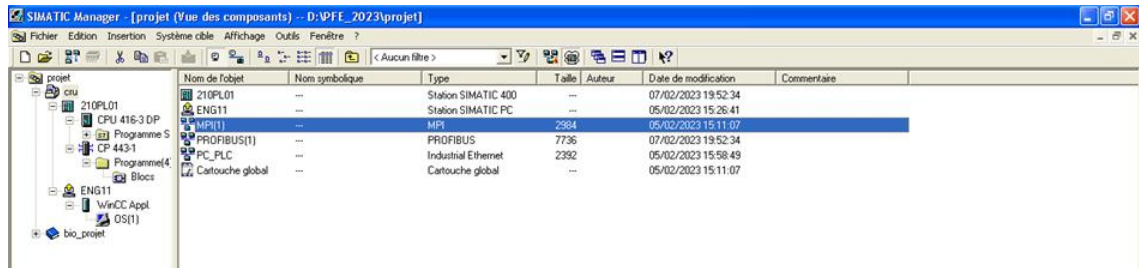


Figure 3.12 L'icône MPI1 sur la configuration réseau.

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

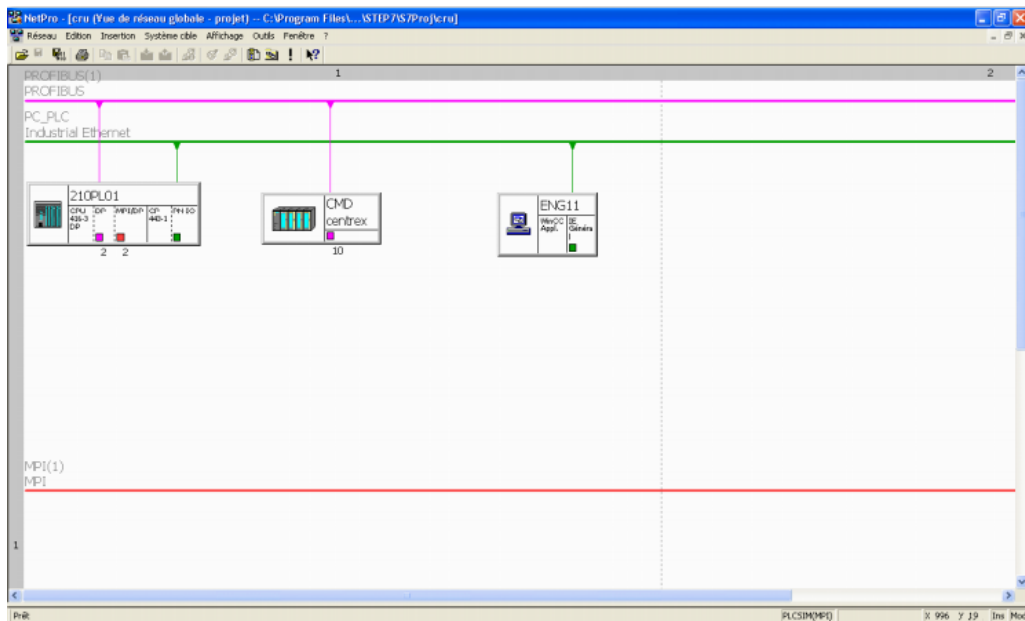


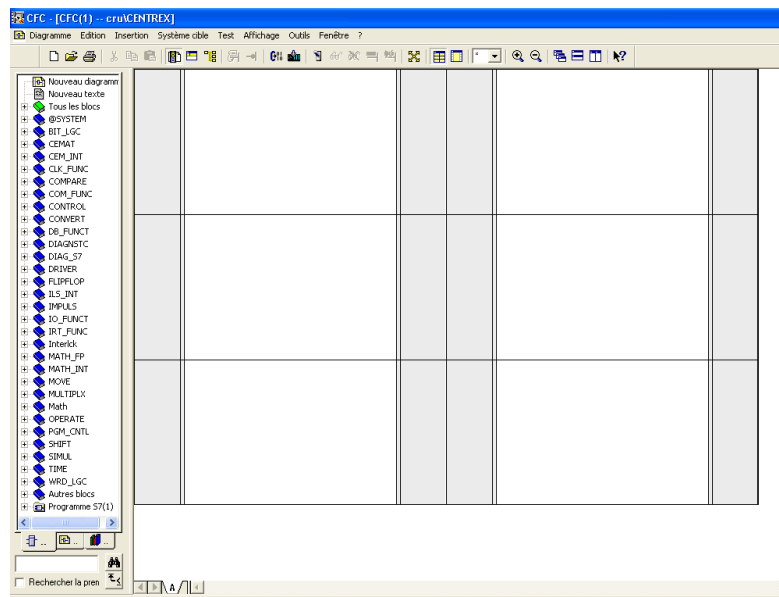
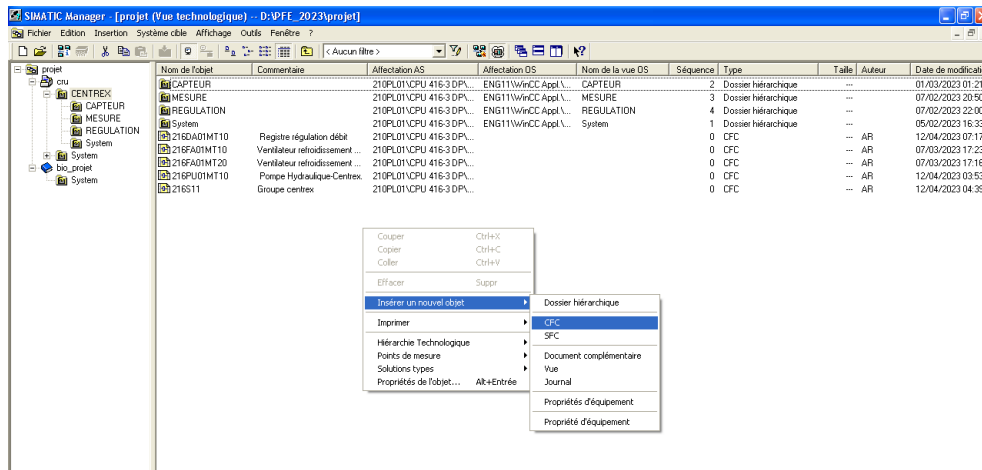
Figure 3.13 Configuration réseau

## 3.5 L'éditeur CFC

Le bloc CFC est un éditeur graphique basé sur le logiciel PCS7, offrant la possibilité de créer une architecture logicielle globale pour une unité centrale de traitement (CPU) à partir de blocs préprogrammés. Pour cela, les blocs sont placés et interconnectés dans des diagrammes fonctionnels.

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

- La partie droite de l'éditeur : elle affiche un diagramme CFC vide où nous pouvons insérer les blocs nécessaires pour décrire notre processus.
- La partie gauche de l'éditeur : elle contient le catalogue comprenant les blocs, les bibliothèques et les diagrammes.



**Figure 3.14:** L'éditeur CFC

Chaque diagramme peut contenir jusqu'à 26 partitions. Lorsqu'un nouveau diagramme est créé, il ne comporte initialement qu'une seule partition. Chaque partition est composée de six feuilles. L'arrangement des feuilles individuelles dans la vue d'ensemble (soit les six feuilles) se fait dans l'ordre spécifié.

Le catalogue est constitué de trois pages distinctes :

1. **Blocs** : cette page regroupe tous les blocs nécessaires pour décrire notre processus une fois que la bibliothèque CEMAT a été créée.

2. **Diagrammes** : cette page contient tous les diagrammes que nous avons créés dans la hiérarchie technologique.

3. **Bibliothèque** : cette page comprend, de manière standard, toutes les bibliothèques mises à notre disposition par PCS7, ainsi que notre bibliothèque principale. Toutes les tâches que nous réaliserons dans l'éditeur CFC seront automatiquement enregistrées par PCS7 [5].

### 3.6 Signification des vues dans SIMATIC Manager :

SIMATIC Manager est l'écran de démarrage pour la programmation avec PCS7. Cette application propose trois vues différentes. La caractéristique essentielle est que les objets qu'ils contiennent n'existent en réalité qu'une seule fois, mais peuvent être affichés et manipulés dans chaque vue

1- Vue des composants : Il représente l'emplacement physique d'objets individuels tels que des diagrammes et des blocs. Dans cette vue, nous voyons quels blocs et schémas appartiennent à notre "AS".

2- Point de vue technique : Il représente la hiérarchie exacte de notre installation. Nous pouvons clairement diviser notre installation en unités et voir quels schémas ou aperçus appartiennent à quelle unité.

3- Vue d'objet de processus : Il affiche des informations détaillées sur les objets individuels de la vue technique. Il est particulièrement adapté lorsque nous voulons configurer, commenter ou connecter des objets de notre projet

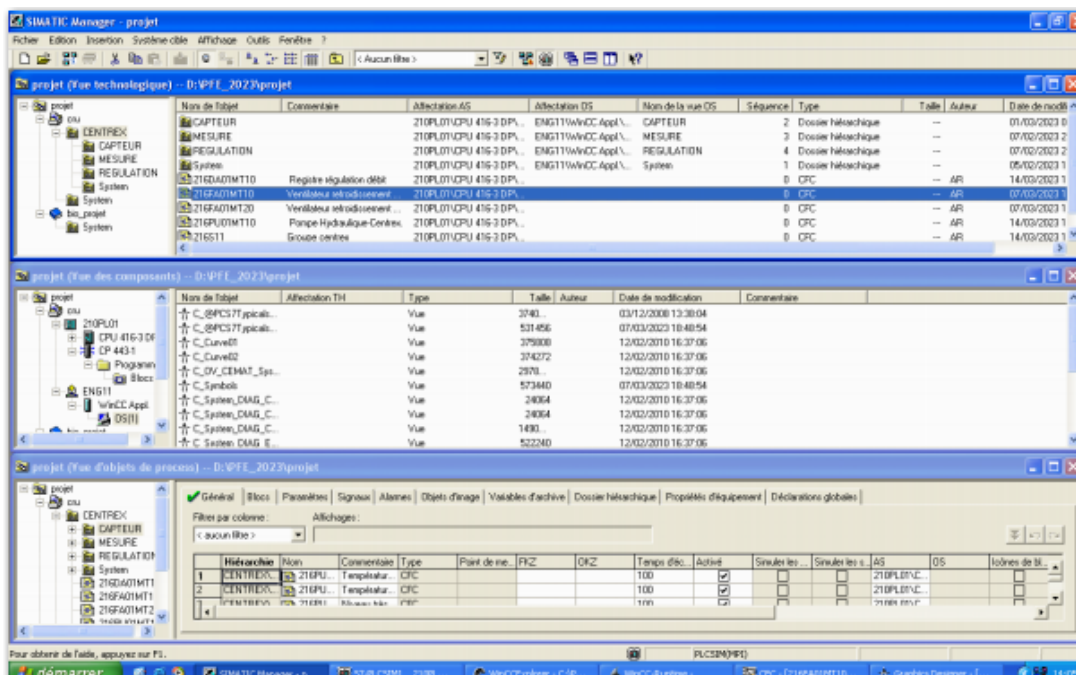


Figure 3.15 différentes vues dans SIMATIC Manager

## 3.7 Le pack CEMAT

Le pack CEMAT fait de SIMATIC PCS7 un système de contrôle de procédé capable de répondre à l'ensemble des exigences de l'industrie du ciment [8].

Il permet un échange rapide de données au sein de l'installation et même à travers les réseaux d'entreprise.

Son intégration au PCS7, a apporté de nombreuses améliorations, par exemple la création de la bibliothèque "ILS\_CEM" qui contient tous les blocs qui sont nécessaires pour créer un programme pour la commande d'une industrie du ciment.

## 3.8 Programmation notre atelier avec PCS7

### 3.8.1 Création dossier hiérarchiques :

Pour créer des dossiers hiérarchiques on clique deux fois sur Vue technologie >> insérer un nouvel objet >> Dossier hiérarchique.

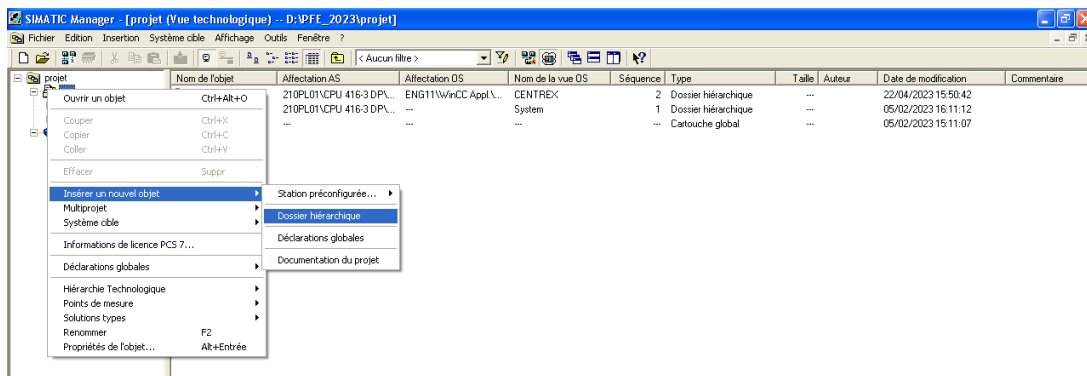


Figure 3.16 : Création Dossier hiérarchiques

Pour organiser notre travail, nous avons créé des dossiers hiérarchiques supplémentaires dans chaque dossier de séquence fonction des instruments de la boutique CENTREX (capteur, mesure, réglage, sélection).

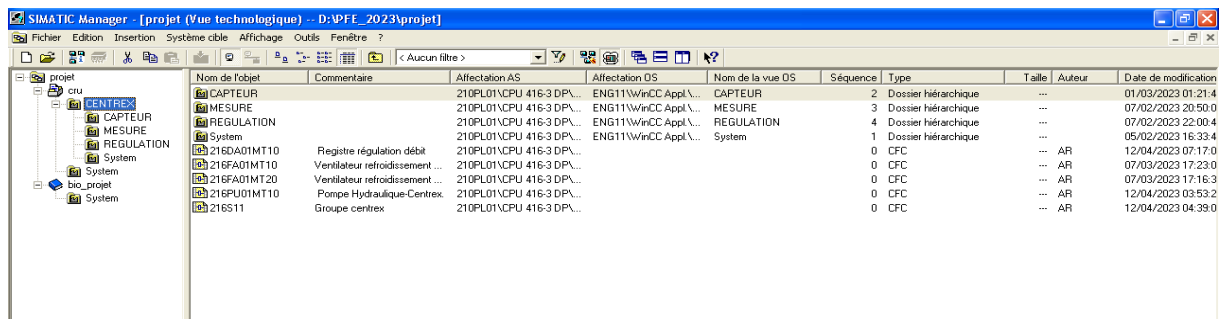


Figure 3.17 : Exemple de dossier hiérarchique de notre programme.

**Capteurs** : Cette catégorie regroupe tous les capteurs de nature logique, utilisés dans le système.

**Mesures** : Elle comprend les mesures provenant des capteurs analogiques.

**Régulateurs** : Ces éléments sont utilisés pour les boucles de régulation.

**Consommateur** : Il s'agit des dispositifs tels que les moteurs, les vannes et les pompes.

### **3.9 Description Des blocs utilise dans le programme**

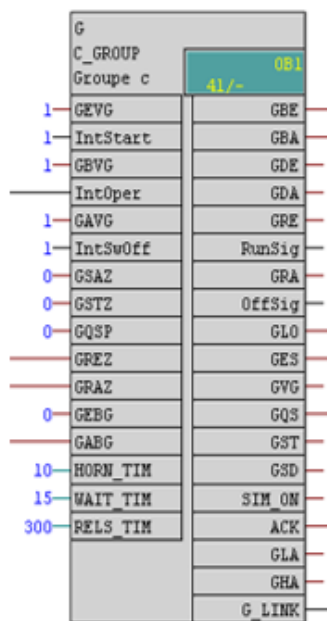
Le programme de commande est constitué de plusieurs blocs. Chaque bloc possède une liste de paramètres d'entrée et de sortie, qui peuvent être connectés à un signal ou définis avec une valeur spécifique. Chaque bloc est identifié par un code unique.

Tous ces blocs sont situés sur le côté gauche de l'éditeur (CFC). Pour les utiliser, il suffit de les faire glisser vers le côté droit de l'éditeur et de leur donner un nom et un commentaire en double-cliquant sur chaque bloc.

Une fois les blocs CFC déclarés dans chaque séquence de notre atelier, nous pouvons commencer la programmation à l'intérieur de ces blocs.

#### ***3.9.1 Le bloc Groupe <<C\_GROUPE>>***

Super ordonné pour le démarrage et l'arrêt et pour le contrôle des parties de l'installation technologique groupée. 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. [9]



Connecteur	Functionate
GEVG	Condition de demurrage
GBVG	Condition permanent de Groupe
GAVG	Condition d'arrêt
GEBG	Commande marche de groupe depuis le programme
GABG	Commande arrêt de groupe depuis le programme
GQSP	Arrêt d'urgence soft
GBE	Commande marche de groupe
GBA	Commande d'arrêt de groupe
GDE	Commande de marche continue
GDA	Commande d'arrêt continue
GLO	Activation du mode de démarrage locale
GES	Activation du mode de démarrage individuel
GREZ	Marche complete du groupe
GRAZ	Arrêt complete du groupe
G_LINK	Connecteur à equipment

Figure 3.18 : Bloc C\_GROUPE.

### 3.9.2 Le bloc Moteur<<C\_Drive\_ID>>

Le bloc C\_DRV\_ID 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 Vial '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). [9]



### **3.9.4 LE BLOC CAPTURE ANALOGIQUE <<C\_MESURE >> :**

Le module de valeur mesurée peut être utilisé pour lire la valeur de processus analogique et pour surveiller jusqu'à 8 valeurs limites. [9]

**SCE-OUT** : Fin d'échelle (Format REAL) Valeur physique (fin de la plage de mesure).

**SCB-OUT** : Échelle début (Format REAL) Valeur physique (début de plage de mesure).

**SIM-ON** : valeur de simulation actif (Format BOOL) Indique que la valeur d'entrée est pris à partir du paramètre SIM\_VAL

**SUBS-ON** : valeur Substitution active (conducteur) (Format BOOL)

Utilisation bloc pilote CH\_AI ce signal peut être connecté à SUBS\_ON d'entrée du bloc pilote. Ceci permet la sélection de la station d'opérateur si dans le cas d'une défaillance de la valeur de substitution SUBS\_VAL ou la dernière valeur valide est utilisée en tant que valeur de mesure.

**USCB** : la Force sortie MV à l'échelle commençant état Basic signal 0 (Format BOOL)

Si un signal 1 est appliquée à cette interface, alors la valeur de début d'échelle est disponible à MV de sortie. Cette fonction peut être utilisée que si, par exemple, un courant de moteur est mesuré, et la mesure montre encore une faible valeur alors que le moteur est éteint.

**MV-PHYS** : Valeur réelle MV\_PHYS au format REAL défaut : 0.0 (Format REAL)

Utilisé pour lire une valeur mesurée comme une valeur physique. Cela peut être une valeur du programme (par exemple à partir d'une recette, une simulé une valeur calculée où) ou la valeur de sortie d'un bloc pilote PCS7. Dans le dernier cas, le code de qualité doit être transmis plus

**VAL\_HH** : La plus grande valeur mesurée (valeur maximale).

**VAL\_H** : La grande valeur mesurée.

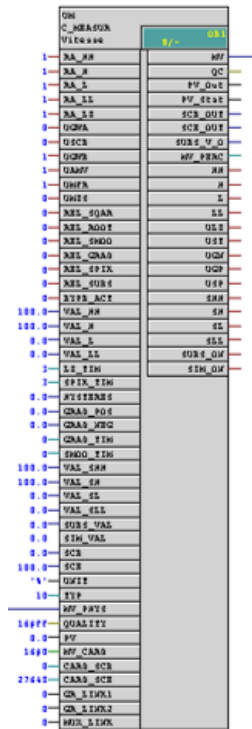
**VAL\_L** : La petite valeur mesurée.

**VAL\_LL** : La plus petite valeur mesurée (valeur minimale).

**UNIT** : pour donne l'unité de la valeur mesurée

**TYP** : Type10 Importer la valeur mesurée au format REAL.



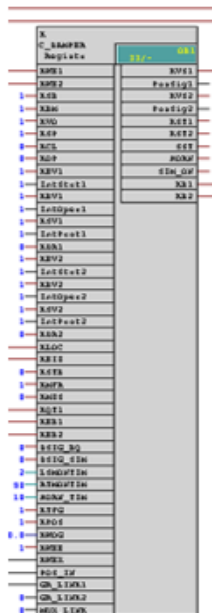


Connecteur	Fonctionnement
MV_PHYS	Mesure avec entrée physique.
SCE	La valeur maximale de l'échelle
SCB	La valeur minimale de l'échelle
UNIT	Choix de l'unité ça dépend la mesure (Kw, A, V...etc.)
VAL_H	Valeur maximale de la mesure
VAL_HH	Valeur maximale de la mesure Arrêt d'urgence soft
VAL_L	Valeur minimale de la mesure
VAL_LL	Valeur minimale de la mesure Arrêt d'urgence soft
MV	Image de l'entrée MV_PHYS
Type	Type 10 : valeur câblé type 77 : la valeur vient de la carte de communication

Figure 3.21 : Bloc C\_MESURE

### 3.9.5 Le bloc «C\_DAMPER»

Le bloc «C\_DAMPER» est utilisé pour commander et contrôler les vérins dans les deux sens, incluant une surveillance des fins de course de la direction correspondante. [9].



Connecteur	Fonctionnement
KWE1	Position limite 1 (fermé)
KWE2	Position limite 2 (ouvert)
KEB1	Commande sur la direction 1
KEB2	Commande sur la direction 2
KVS 1	Retour marche position 1
KVS 2	Retour marche position 2
KB 1	Commande-ON de contacteur direction 1
KB 2	Commande-ON de contacteur direction 2
GR_LINK 1	Lien vers le groupe

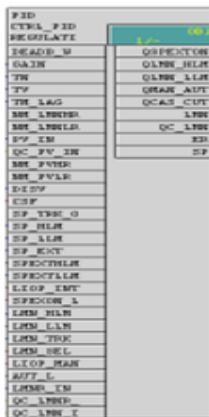
Figure 3.22 : Bloc C\_DAMPER

### 3.9.6 Le bloc CTRL\_PID

Le bloc **CTRL\_PID** est un régulateur PID continu.

Outre la fonctionnalité de commande proprement dite, les blocs de commande disposent des options de traitement suivantes :

- Mode de fonctionnement : manuel, automatique.
  - Surveiller les variables contrôlées et contrôler les écarts liés aux valeurs limites via le bloc **ALARM\_8P** et générer des messages.
  - Perturbation des applications.
  - Contrôle de consigne (SP = PV\_IN).
  - Sélectionnez la plage de valeurs de la valeur de consigne et de la valeur réelle (normalisation physique).
  - Sélectionnez la plage de valeurs de la variable manipulée (dénormalisation physique).
  - Zone morte sur écart de régulation (seuil de signal).
  - Les actions P, I et D peuvent être respectivement activées et désactivées.
- Possibilité de placer les actions P et D dans la chaîne de réaction.
  - Choisir le point de
  - Fonctionnement du régulateur P ou PD. [9]



Connecteur	Fonctionnement
SP	Consigne automatique saisie par l'opérateur
PV_IN	Retour de la consigne (Sp)
SP_EXT	Consigne Sp envoyée depuis le programme
SPEXON_L	Activation de Sp_ext
LMN	Consigne de manipulation (pourcentage...)
LMNR_IN	Retour LMN

Figure 3.23 : Le bloc CTRL\_PID

### 3.10 Exemple de programmation

Selon l'analyse fonctionnelle, les blocs du CFC sont déclarés dans le fichier de séquence d'origine "Chaque CFC a son propre nom de variable" et nous commençons à programmer les blocs. Nous ouvrons CFC, trouvons le bloc dans la bibliothèque CEMAT à gauche, le faisons glisser vers la page blanche à droite, double-cliquons sur le bloc pour donner un commentaire, ouvrons une fenêtre et écrivons le commentaire dans l'espace spécifié. Ces étapes seront répétées pour chaque bloc. Comme exemple de programmation, nous prendrons la séquence de dosage d'origine



### 3.10.3 C\_MEASUR

Le bloc de type C MEASUR programme pour lire la valeur physique (format nombre réel) ou lire directement la valeur analogique formée à partir du module d'entrée analogique AI.

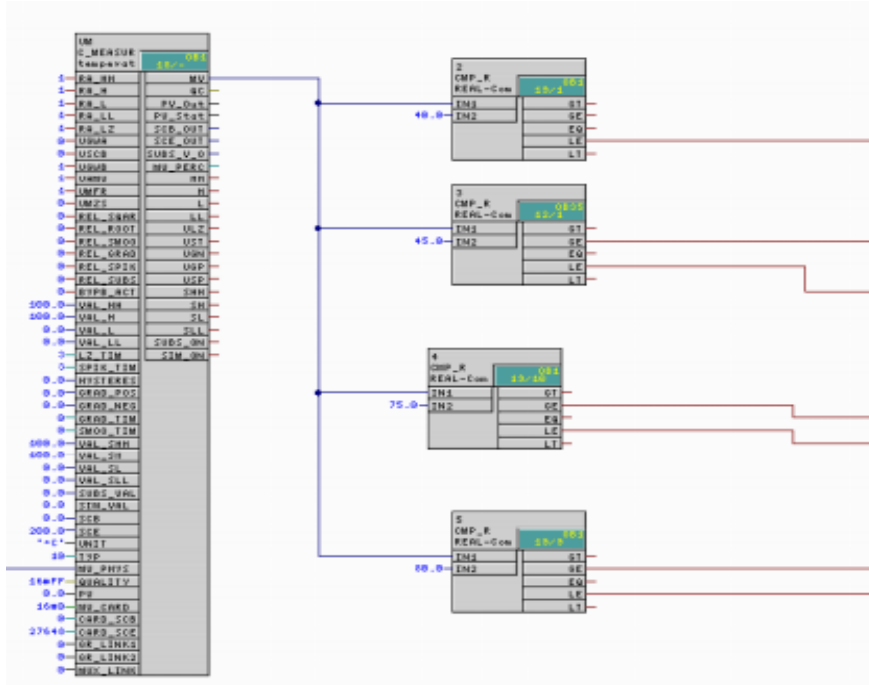


Figure 3.26 : Programmation de C\_MEASUR

### 3.10.4 CTRL\_PID

Le bloc de configuration CTRL\_PID a bien été programmé pour créer un régulateur de haute précision.

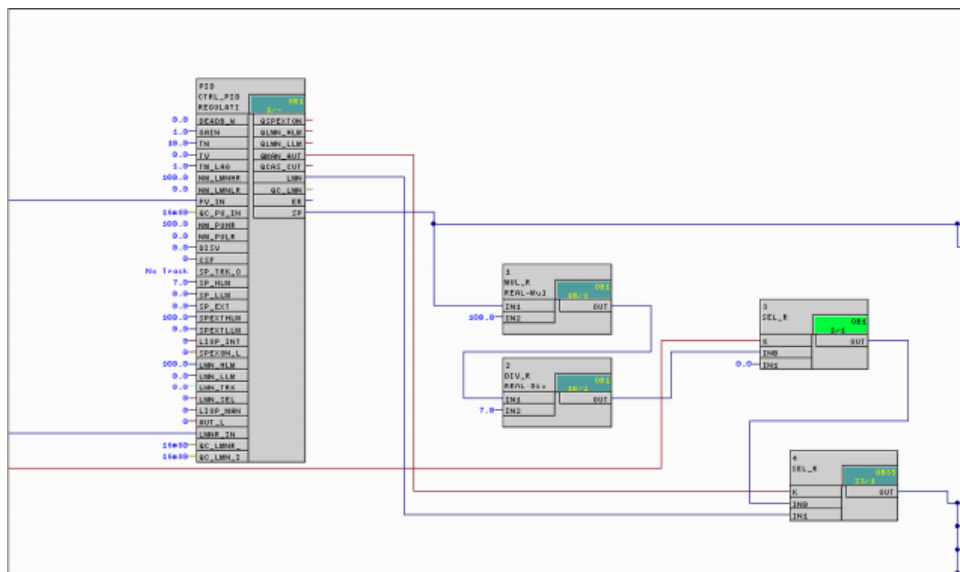


Figure 3.27 : Programmation de CTRL\_PID

### **3.11 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons exposé en détail la proposition visant à automatiser de manière nouvelle l'extraction de calcaire centrex sur le site de la SCMI. L'automate S7-400, l'ET200M et le logiciel SIMATIC Manager (PCS7) sont utilisés pour remplacer l'automate PLC S5 95U et assurer la commande des actionneurs dans cette zone.

Nous avons présenté les techniques permettant de créer un projet sous PCS7, en donnant quelques exemples concrets pour illustrer ces méthodes.

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

# Chapitre 4 La Simulation et la Supervision

---

## 4.1 INTRODUCTION


La supervision représente une méthode industrielle de surveillance et de contrôle informatique des processus de fabrication automatisés. Elle implique l'acquisition de diverses données telles que les mesures, les alarmes et les informations sur l'état de fonctionnement, ainsi que la gestion des paramètres de commande et de contrôle des processus, habituellement confiée à des automates.

Dans ce chapitre, nous exposons les étapes requises pour mettre en place la supervision à l'aide du logiciel Windows Control Centre "WINCC" pour le projet préalablement programmé dans le chapitre trois, qui concerne la gestion de l'extraction de calcaire au centrex.

## 4.2 *Chargement et compilation du programme*

Une fois que nous aurons achevé la programmation des blocs CFC, et avant d'entamer la supervision, nous procéderons au chargement et à la compilation de ce programme de la manière suivante :

### 4.2.1 *Le chargement du programme :*

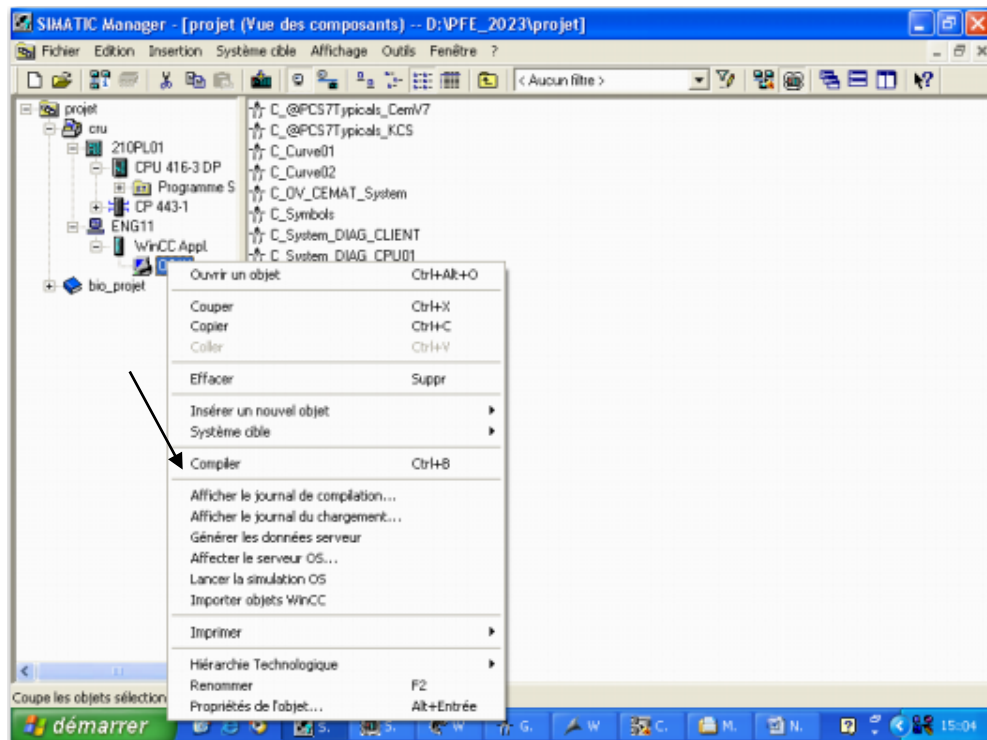
- Pour charger le programme, nous cliquons 
- Cocher les paramètres suivants puis cliqué sur ok



*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 a pour dessein de prêter assistance à l'opérateur dans la gestion du processus. Son dessein réside dans la mise à disposition d'un ensemble de résultats explicités et interprétés à l'opérateur, et ses principaux bénéfices s'articulent comme suit :

- La surveillance à distance du processus.
- La détection des anomalies.
- Le diagnostic et le traitement des alertes.
- 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 [9].

WinCC est un système de supervision homme-machine avancé, couramment utilisé sur la plateforme Microsoft Windows. Il joue un rôle primordial en tant qu'interface reliant l'opérateur humain à la machine industrielle, en établissant une communication bidirectionnelle. La gestion opérationnelle effective du processus est assumée par les automates programmables industriels. Ainsi, WinCC facilite tant la communication entre l'opérateur et le système, que celle entre WinCC et l'automate.

### 4.4.1 Utilisation de WinCC

WinCC est structuré en deux volets distincts :

- Le volet de gauche : englobe toutes les applications de WinCC où l'on retrouve divers éditeurs utilisables pour configurer la station opérateur (OS).
- Le volet de droite : présente une fenêtre affichant des informations approfondies sur l'application WinCC que nous avons sélectionnée. Nous utilisons exclusivement l'éditeur Graphics Designer (Figure 4.3) pour concevoir la vue du processus de notre projet.

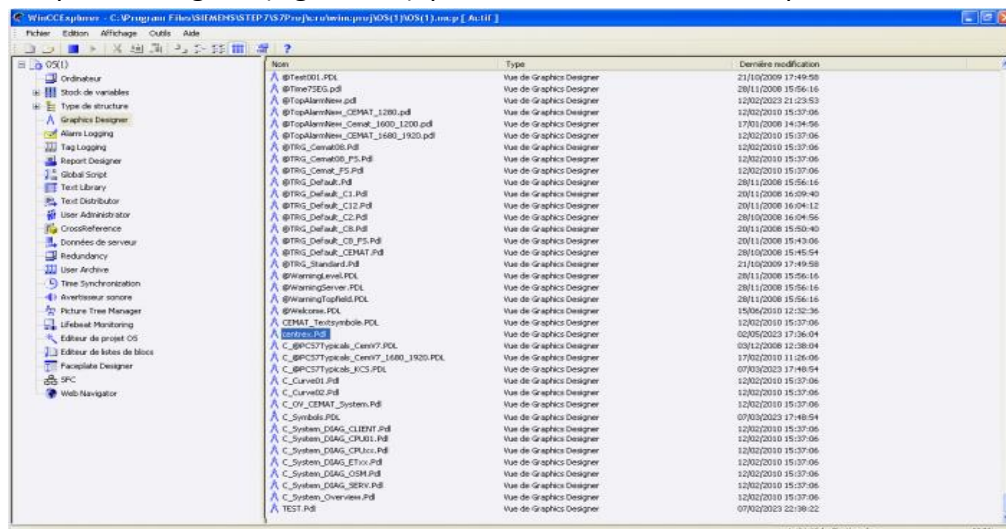


Figure 4.3 WinCC Explorer.



## 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 :

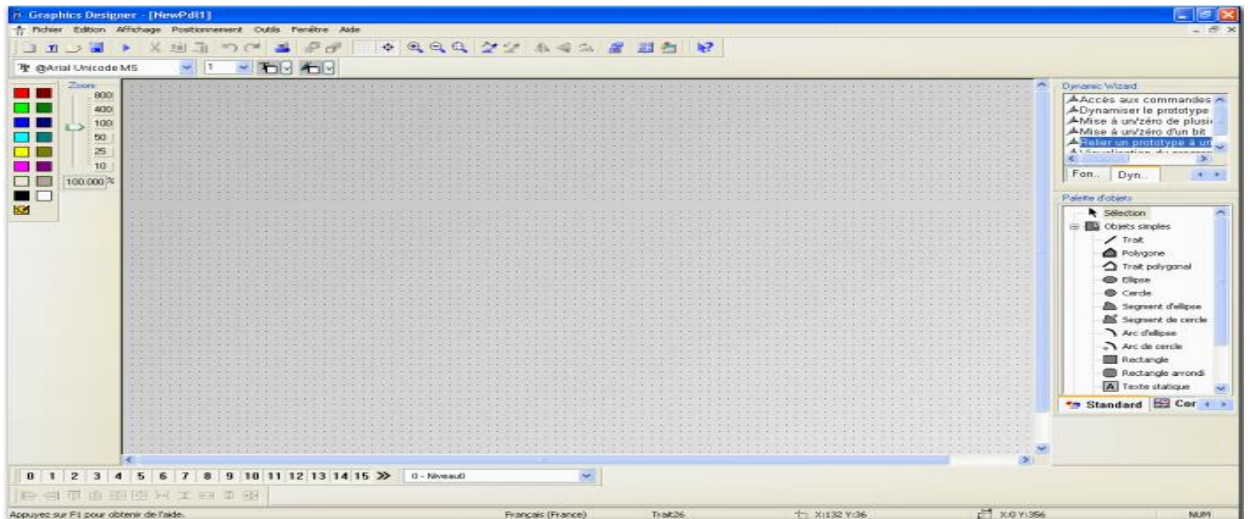


Figure 4.4 Graphics Designer.

- Sur la gauche, on trouve une barre d'outils qui permet d'attribuer différentes couleurs aux objets.
- Au centre, se situe la zone de dessin où nous pouvons placer les objets destinés à la vue de procédure.
- Sur la droite, se trouve la palette d'objets, comprenant une bibliothèque d'objets par défaut proposés par Graphics Designer, ainsi qu'une palette de styles qui permet d'influer sur la forme des objets.

Graphics Designer distingue deux types 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 [5].

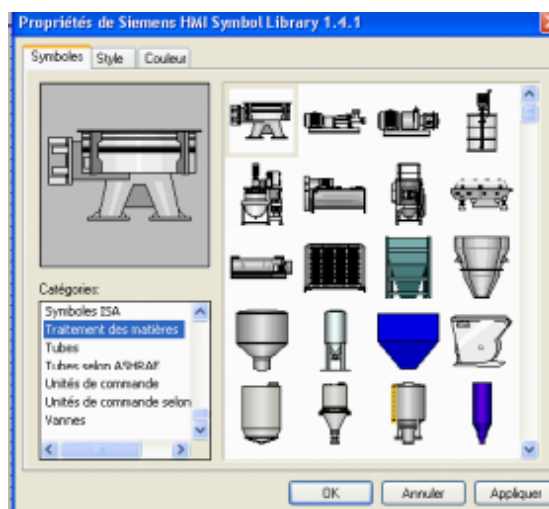
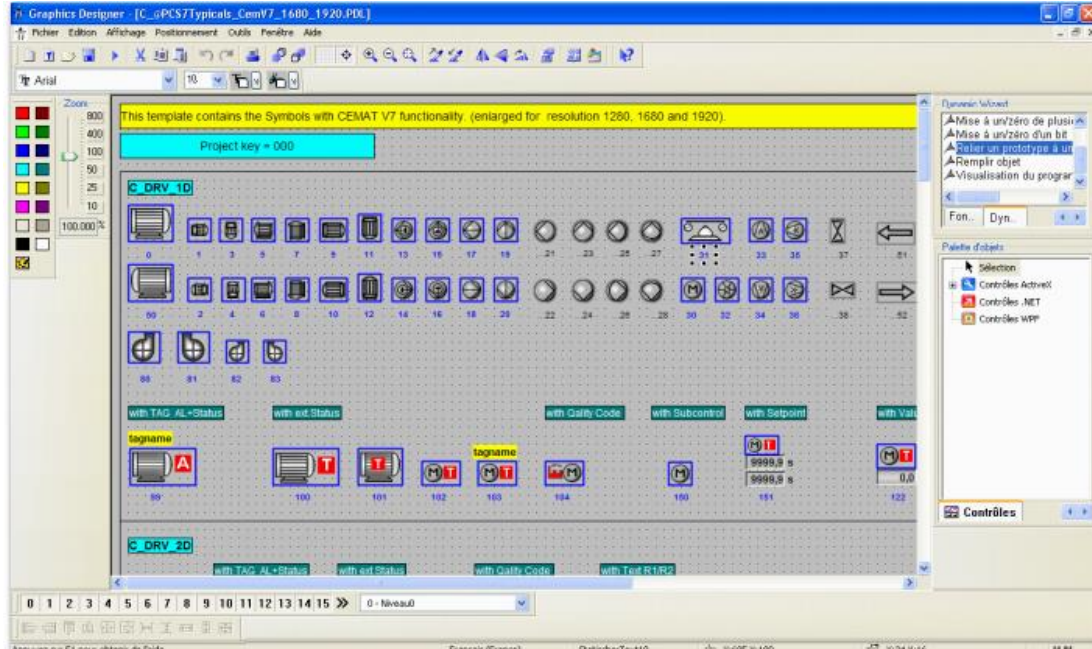


Figure 4.5 Exemple d'une bibliothèque statique.

**Les objets dynamiques** sont ceux qui sont activés grâce à une liaison avec un connecteur de bloc variable (tels que des moteurs, des clapets, des groupes, des alarmes et des boutons).

Pour pouvoir utiliser ces objets, il est nécessaire de créer préalablement un nouveau fichier dans la même section gauche de WinCC Explorer., par exemple sous le nom « CENTREX.PDL ».



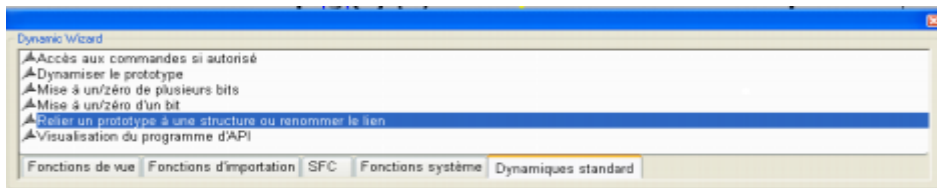
**Figure 4.6** Exemple d'une bibliothèque dynamique.

Afin de créer des interfaces de supervision, il est envisageable d'exploiter les objets préétablis accessibles dans les bibliothèques de WinCC. À titre d'exemple, la bibliothèque "@PCS7Typicals\_Cem.PDL" propose des symboles dynamiques tels que des moteurs, des pompes, des groupes, des capteurs, des mesures, qui concordent avec les blocs fonctionnels préalablement dessinés dans les diagrammes CFC (cf. Figure 4.5). Par ailleurs, une bibliothèque de symboles statiques est également disponible.

Une fois que nous avons transféré ces symboles dynamiques et statiques sur la surface de dessin "CENTREX.PDL", nous progressons vers l'étape de liaison entre ces symboles et les variables des blocs correspondants dans le programme diagramme (CFC).

Pour exécuter ces liaisons, nous ouvrons la fenêtre des Assistants Dynamiques.

Par la suite, nous sélectionnons les symboles que nous souhaitons associer au bloc programmé en optant pour l'option "Lier un prototype à une structure ou renommer lien".

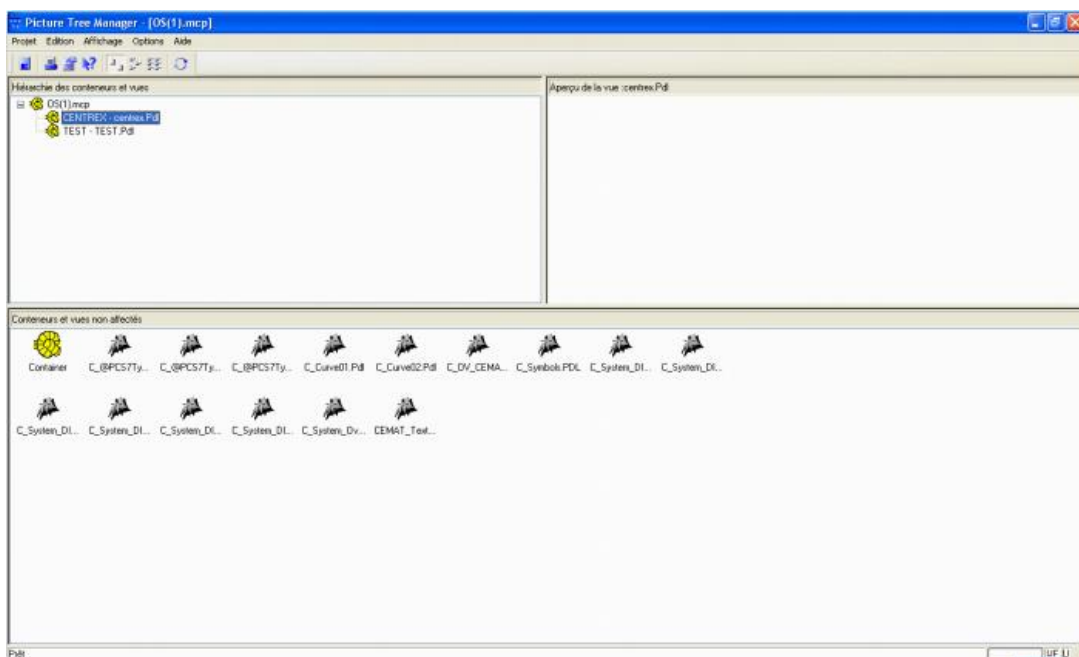


**Figure 4.7** La fenêtre Dynamic Wizards.



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 « centrex » vers la fenêtre Hiérarchie
  - Nous allons terminer par enregistrer le travail. Voir la (Figure 4.10).



**Figure 4.10** Picture Tree Manager.

Au sein de WINCC Explorer, une fois que nous avons cliqué sur l'Éditeur de projet OS, une fenêtre s'ouvre et nous sélectionnons la fenêtre de Mise en page afin de choisir la résolution de l'écran. Ensuite, en cliquant sur le bouton "Détail", nous pouvons définir le nombre de conteneurs à afficher sur l'interface de supervision. Une fois que nous avons enregistré ces paramètres, nous quittons l'éditeur (voir figure 4.11).

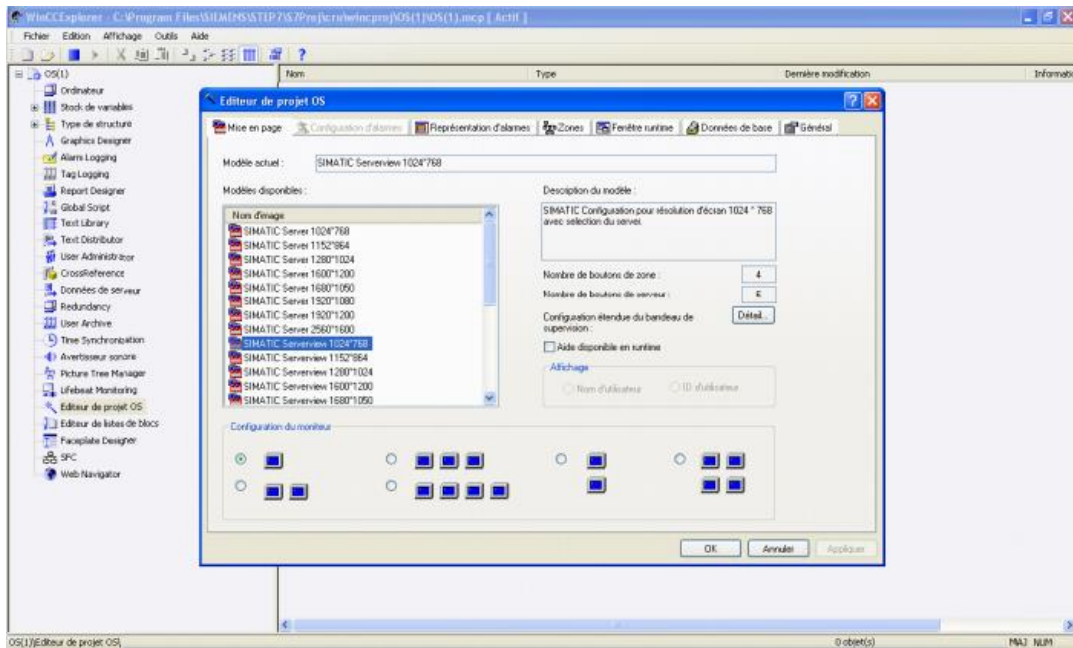


Figure 4.11 : Vue Editeur de projet OS

## 4.5 Simulation

La simulation est un instrument mobilisé dans le domaine de la recherche et du développement, qui autorise l'analyse des réactions d'un système face à différentes contraintes, se dispensant ainsi de la nécessité d'expérimentations réelles.

### 4.5.1 Simulation avec PLCSIM

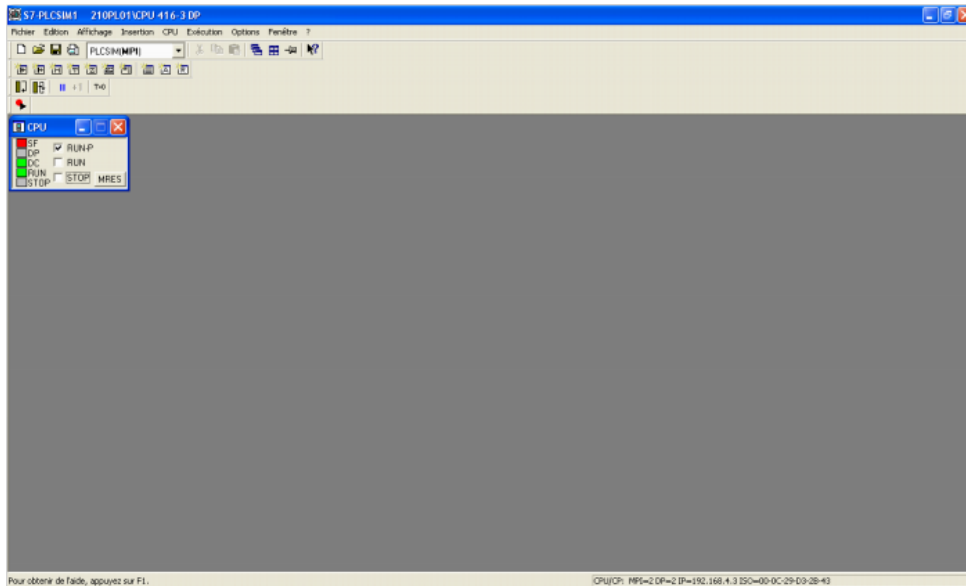
Le simulateur de modules S7-PLCSIM nous offre la possibilité d'exécuter et de tester le programme dans un automate programmable virtuel que nous simulons sur notre ordinateur. Il n'est pas nécessaire de se connecter à du matériel S7, car la simulation est entièrement réalisée à l'intérieur du logiciel PCS7.

S7-PLCSIM dispose d'une interface simple qui nous permet de visualiser et de manipuler les différents paramètres utilisés, tels que l'activation ou la désactivation des entrées

(Voir figure 4.12).



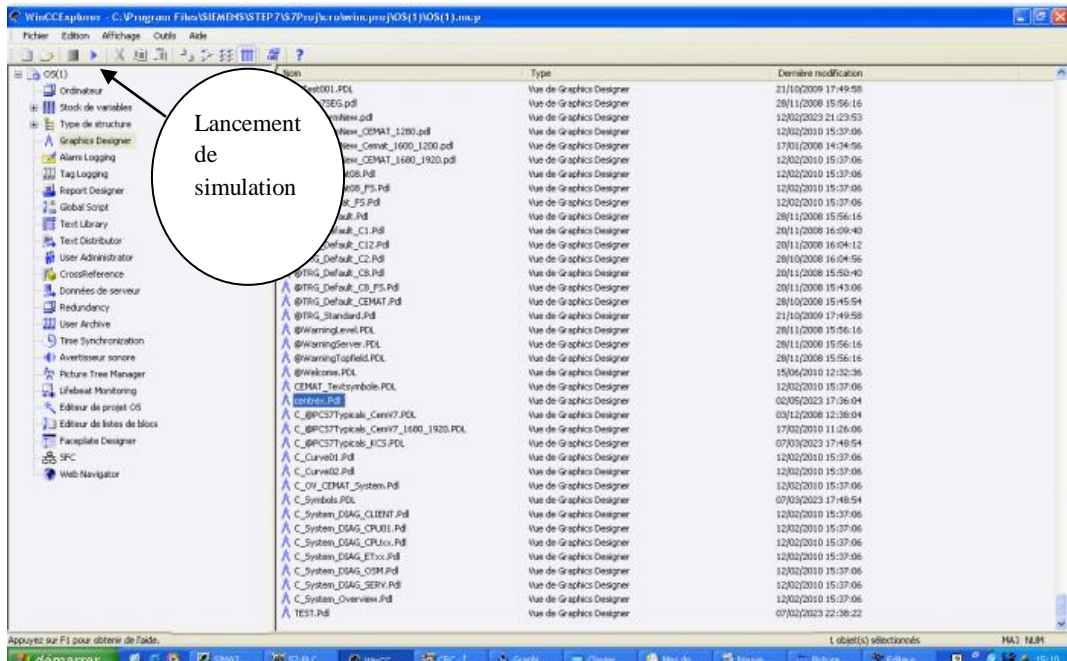




**Figure 4.12 : Interface de simulation PLCSIM**

#### 4.5.2 RUNTIME

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



**Figure 4.13 : Lancement de simulation**

## 4.6 Ecrans et structure de commande

### 4.6.1 Vues standard

Les synoptiques sont réalisés sur la base des flow sheets.

- 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 [10].

### 4.6.2 Description générale de l'écran

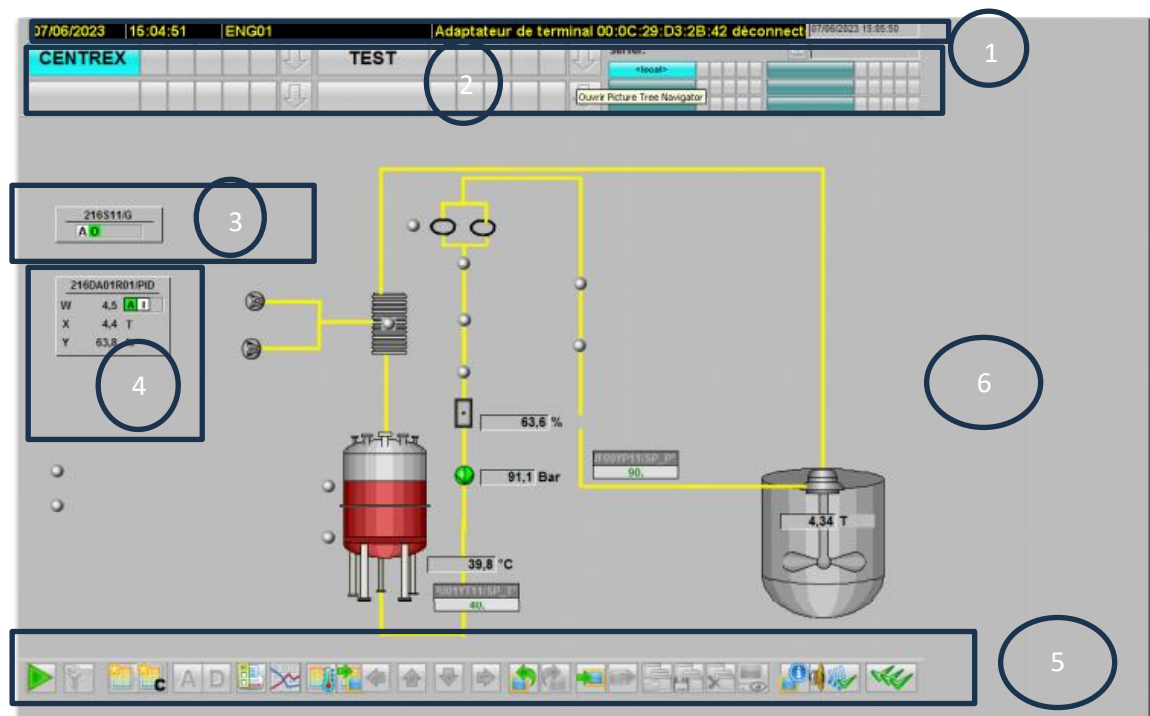


Figure 4.14 Description général de projet.

### 4.6.3 Zones de l'écran

- 1) Alarmes.
- 2) Navigation de vues.
- 3) Séquences (Groupe).
- 4) Régulateur.
- 5) Bandeau des commandes générales
- 6) vue d'atelier.



#### 4.6.4 Paramétrage de régulateur PID

Le réglage des paramètres de régulateur PID est effectué automatiquement par le logiciel PCS7 par la commande Enable Optima. (Figure 4.15)

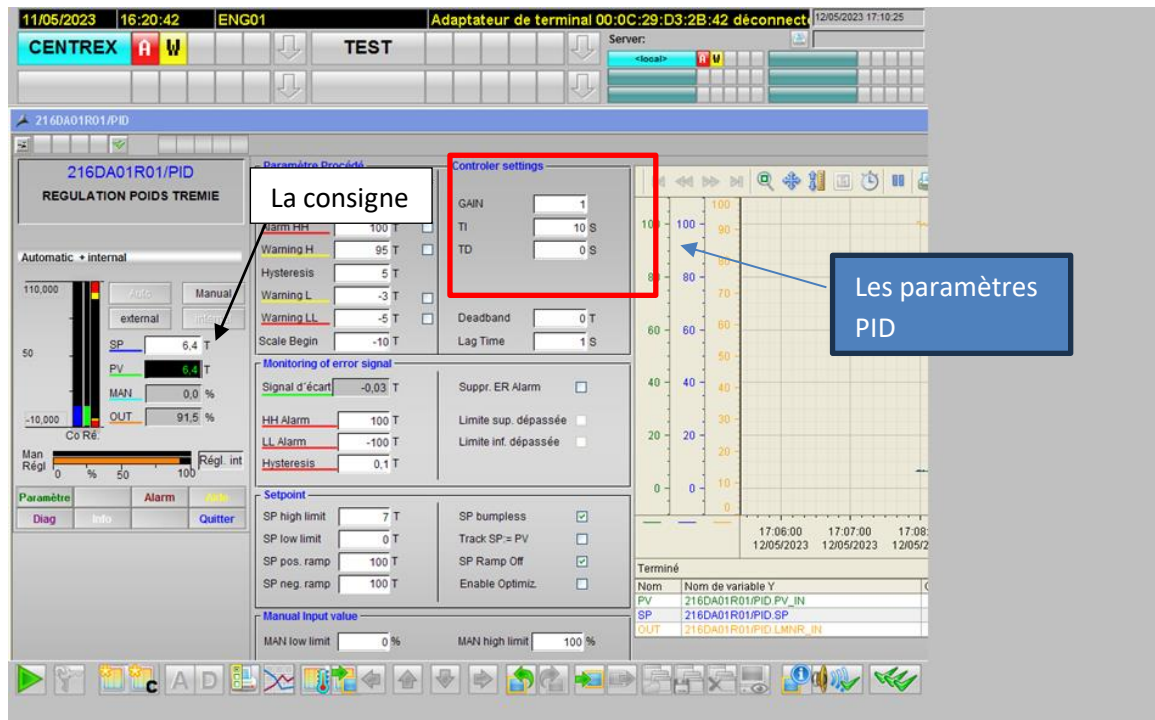


Figure 4.15 Paramétrage de régulateur PID

#### 4.6.5 Faces-avant (Face plates)

Les équipements dynamisés, les moteurs, les groupes, les mesures.... Disposent d'une face-avant (Figure 4.16), 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-Alarme : Permet d'accéder à l'historique des alarmes concernant cet équipement

6- Diagnostique : Permet d'obtenir des détails sur l'état de l'équipement



Figure 4.16 Face-avant Groupe centrex.

#### 4.6.6 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

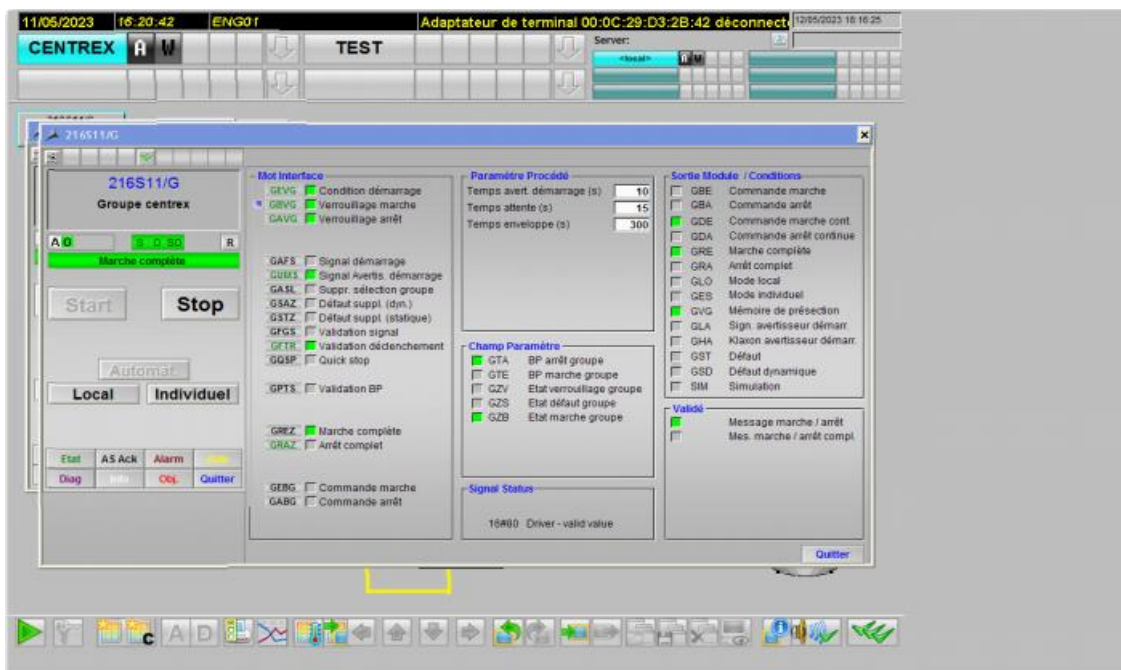
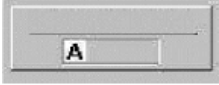

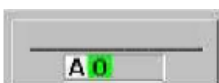

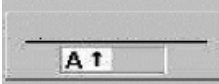


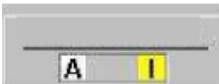


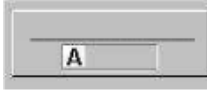
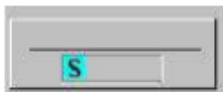

Figure 4.17 Diagnostic d'un groupe (centrex).

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

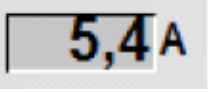


- Le même principe pour l'objet vanne

### *D\_ Annonce de défauts*

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



*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.

## **4.7 Conclusion**

Dans le chapitre final, nous abordons de manière succincte les étapes de simulation de notre projet. Nous utilisons Graphics Designer pour créer des vues de l'atelier et Runtime pour offrir un contrôle et une surveillance en temps réel des processus.

Ensuite, nous avons lancé le système de supervision WINCC. Nous avons effectué un test afin de démontrer le bon fonctionnement des procédures conçues pour répondre aux exigences du cahier des charges. Ce chapitre présente les résultats de la simulation et de la supervision de notre projet, mettant en évidence le déclenchement de toutes les séquences liées à l'asservissement, ainsi que des cas de défaillance avec une réponse efficace du système.

## 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 cru 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.



# Bibliographie

---

- [1] le procédé de fabrication de ciment de la SCMI03/2011 (Documentation de l'usine).
- [2] Standard de document Analyse fonctionnelle MEF-XXX-L01 A Société de Ciment Mitidja, Meftah Algérie, 2013.
- [3] Analyse fonctionnelle CENTREX MEF-200-L03 [document de l'usine].
- [4] Subject to change without prior notice Article No. : DFFA-B10058-00-7600 Dispo 06318 WS 1115X.X Printed in Germany © Siemens AG 2015.
- [5] 'Système de conduite de processus PCS 7 CFC pour SIMATIC S7', Description fonctionnel A5E02109227-01, Siemens, Germany, 2009.
- [6] « Process Control System PCS 7 V7.0 - Getting Started Partie 1) », Dans industry, Siemens, [https://cache.industry.siemens.com/dl/files/328/24451328/att\\_80840/v1/ps7\\_gs1c\\_f.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/328/24451328/att_80840/v1/ps7_gs1c_f.pdf), (consulté le 02/06/2022).
- [7] Système de conduite de processus PCS 7 Getting Started - Part 1 (V7.1), Mise en route, 03/2009 A5E02122224-01, Siemens.
- [8] Reference Manual Objects for Function Block Library ILS\_CEM (siemens).
- [9] Documentation de 'Système de conduite de processus PCS 7 Getting Started', Part 1 (V7.1), Siemens, Germany, 2009.11 mai 2022.
- [10] 'Manuel Opérateur Rev A' MEF-861-N06, Société de Ciment Mitidja, Meftah Algérie, 2013.

# Annexes

---

## **BASE DE DONNEES**

Mnémonique	Opérande	Type	Commentaire
216DA01MT10C1	A 4101.1	BOOL	Ordre de marche sens fermeture register de regulation
216DA01MT10C2	A 4101.2	BOOL	Ordre de marche sens ouverture registre de régulation
216DA01MT10F1	E 4101.4	BOOL	Surintensité registre de régulation débit
216DA01MT10L1	E 4100.4	BOOL	BP Ouverture Registre de régulation
216DA01MT10L2	E 4100.5	BOOL	BP Fermeture Registre de régulation
216DA01XZ11	E 4103.5	BOOL	FDC Fermeture registre de régulation
216DA01XZ12	E 4103.6	BOOL	FDC Ouverture registre de régulation
216FA01MT10B1	E 4102.4	BOOL	Réponse de marche ventilateur refroidissement huile 1
216FA01MT10C1	A 4101.3	BOOL	Ordre de marche ventilateur refroidissement huile 1
216FA01MT10F1	E 4101.5	BOOL	Surintensité Ventilateur de refroidissement 1
216FA01MT20B1	E 4101.7	BOOL	Réponse de marche ventilateur refroidissement huile 2
216FA01MT20C1	A 4101.4	BOOL	Ordre de marche ventilateur refroidissement huile 2
216FA01MT20F1	E 4102.5	BOOL	Surintensité Ventilateur de refroidissement 2
216FA01XT11	E 4103.0	BOOL	Temperature haute refroidissement Huile
216PU01MT10B1	E 4101.6	BOOL	Réponse de marche pompe hydraulique
216PU01MT10C1	A 4101.0	BOOL	Ordre de marche pompe hydraulique
216PU01MT10C2	A 4100.2	BOOL	Lampe - Pompe hydraulique en marche
216PU01MT10C3	A 4100.4	BOOL	Lampe - pression Haute
216PU01MT10C4	A 4100.5	BOOL	Lampe - Colmatage Filtre
216PU01MT10C5	A 4100.6	BOOL	Lampe - Temperature haute

216PU01MT10C7	A 4100.7	BOOL	Lampe - Manque huile
216PU01MT10F1	E 4101.3	BOOL	Surintensité pompe hydraulique
216PU01MT10L1	E 4100.2	BOOL	BP marche locale Pompe hydraulique
216PU01MT10LS	E 4100.3	BOOL	BP Arrête local Pompe hydraulique
216PU01XF11	E 4101.0	BOOL	Manque d'huile Alarme
216PU01XF12	E 4101.1	BOOL	Manque d'huile Déclenchement
216PU01XL11	E 4103.3	BOOL	Niveau bas réservoir huile
216PU01XL12	E 4103.4	BOOL	Niveau très bas réservoir huile
216PU01XP11	E 4103.1	BOOL	Pression très Haute
216PU01XP12	E 4103.2	BOOL	Colmatage filtre à huile pompe hydraulique
216PU01XT11	E 4102.6	BOOL	Température haute pompe hydraulique
216PU01XT12	E 4102.7	BOOL	Température Très haute pompe hydraulique
216WF09EC10C1	A 4100.0	BOOL	Lampe - sélection distance
216WF09EC10C2	A 4100.1	BOOL	Lampe - sélection Local
216WF09XC01	A 4102.0	BOOL	Relais défaut général
216WF09XC03	A 4101.7	BOOL	Acquittement défaut
216WF09XH11	E 4101.2	BOOL	Arrêt d'urgence armoire CENTREX
216WF09XX01	E 4100.6	BOOL	BP Acquittement défaut
216WF09XX02	E 4100.7	BOOL	BP Test lampes
216WF09XX04	A 4100.3	BOOL	Lampe - Défaut surintensité
216WF09XX05	E 4103.7	BOOL	Présence tension 24 v Armoire CENTREX
216WF09YS11	EW 4212	WORD	Vitesse CENTREX

## **Priorité :**

**T** pour Trips (une alarme est générée et un arrêt de l'équipement est effectué)

**W** pour Warning (une alarme est générée sans provoquer d'arrêt équipement)

**I** pour Information (aucune alarme n'est générée, il s'agit d'une simple information)

## **Type d'action pour les consommateurs :**

*Note* : La lettre *x* est à remplacer en fonction de l'objet Cemac utilisé par le consommateur ou la séquence concernée.

La lettre 'x' sera remplacée 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 influence sur l'équipement.

*Equivalent standard LAFARGE : DSI[2]*

### **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 : DSQI pour un consommateur[2]*

### **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* [2]

### **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 moyenne tension sont connectés 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* [2]

### **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 demarche 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*

Type d'action pour une séquence (l'objet Cematec G, groupe) :

### **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. [2]

*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* [2]

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

Etat normal = 1 / Etat bloquant = 0

Cette entrée empêche l'arrêt séquentiel d'un group par opérateur via le boutonstop 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[2]*