

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 حنبليليدة
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا
Faculté de Technologie

قسم الإلكترونيك
Département d'Électronique



Mémoire de Master

Mention Automatique

Spécialité Automatique et Informatique Industrielle

présenté par

MANSOUR LAMIA

&

LAMALI Maroua

**Programmation et supervision de l'atelier concassage calcaire
et régulation de vitesse des moteurs de l'alimentateur
transporteur métallique du concasseur KHD de la cimenterie
de Meftah**

Proposé par : MR.BENNILA.Noureddine

&

Mme. LAHCINE Née CHABI.Samira

Remerciements

La réalisation de ce travail n'été possible que grâce à DIEU et à la contribution de plusieurs personnes à qui nous voulons témoigner toute notre gratitude.

Nous ne remercions jamais assez notre enseignant MR. BENNILA, pour son suivi, sa disponibilité, ses conseils constructifs et pour le temps qu'il a consacré à nous apporter les outils méthodologiques indispensables à la conduite de ce mémoire. Son exigence nous a grandement stimulés.

Nous tenons à remercier notre Co-promoteur Mme Lahcine Née CHABI, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter notre réflexion.

Nous exprimons aussi notre sincère reconnaissance au personnel de la Cimenterie de MEFTAH, en citant Mr.ABBAD, Mr.DJANNATI et Mr.LAHCINE et tous ceux dont nous ne pourrons pas citer, tous les noms qui ont contribué à ce travail de près ou de loin, particulièrement le service système et automatisation, pour leurs orientations et encouragement tout au long de notre stage.

Également, nous remercions les membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Enfin nous tenons à témoigner toute notre gratitude et reconnaissance à nos familles pour leur confiance et soutien inestimable.

Lamia & Maroua

Je dédie ce travail

*A mon père **Rabah** que j'aurais aimé qu'il soit parmi nous, que dieu
l'accueille dans son vaste paradis*

*A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'ont jamais dit
non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre
heureuse : mon adorable mère **Leïla**.*

*A ma chère sœur **Ahlem** et mes chers frères **Djamel**, **Abdel-Wahab** et
Abdel-Ali qui n'ont pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir
tout le long de mes études. Que Dieu les protéger et les offre la chance
et le bonheur.*

*A tous mes cousines et toute la famille **LAMALI** et **SILMI**.*

*A ma copine adorable **Ikram** qui est toujours là pour m'encourager,
je la souhaite plus de succès.*

*Sans oublier mon binôme **Lamia** pour son aide, sa disponibilité, sa
patience et sa compréhension durant la durée de notre stage et notre
projet de fin d'étude.*

A tous ceux que j'aime.

Merci !

Maroua

Je dédie ce modeste travail

*A mon père **Abdelfettah** que j'aurais aimé qu'il soit aujourd'hui avec moi, que DIEU bénisse son âme au paradis.*

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

*Au meilleurs des frères, mon deuxième père, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir ; Mon grand frère **FARID**.*

*A mes chers frères **Amîne** et **Mohamed**, mes chères sœurs **Meriem** et **Feriel** et mes chères belles-sœurs **Naïma** et **Amína**. Que dieu les protège.*

*A mes chers nièces **Lyna**, **Rinad**, **Amira**, **Rim**, **Rania**, **Razane**, **Rihane** et **hanaa** et mes deux neveux **Fateh** et **Djaouad**.*

*A mes cousins, cousines et toute la famille paternelle **MANSOUR**
Et maternelle **Benaouda**.*

*A ma copine adorable **Yamína** qui était toujours à mes cotés pour m'encourager et me souhaiter tout le succès du monde.*

*Sans oublier mon binôme **Maroua** pour son aide, sa disponibilité, sa patience et sa compréhension durant la durée de notre stage et notre projet de fin d'étude.*

A tous ce que j'aime et tous ce qui était à mes cotés pour me souhaiter le bonheur et le succès.

Merci !

Lamia

Je dédie ce travail

*A mon père **Rabah** que j'aurais aimé qu'il soit parmi nous, que dieu l'accueille dans son vaste paradis*

*A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'ont jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : mon adorable mère **Leïla**.*

*A ma chère sœur **Ahlem** et mes chers frères **Djamel**, **Abdel-Wahab** et **Abdel-Ali** qui n'ont pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir tout le long de mes études. Que Dieu les protéger et les offre la chance et le bonheur.*

*A tous mes cousines et toute la famille **LAMALI** et **SILMI**.*

*A ma copine adorable **Ikram** qui est toujours là pour m'encourager, je la souhaite plus de succès.*

*Sans oublier mon binôme **Lamia** pour son aide, sa disponibilité, sa patience et sa compréhension durant la durée de notre stage et notre projet de fin d'étude.*

A tous ceux que j'aime.

Merci !

Maroua

Je dédie ce modeste travail

*A mon père **Abdelfettah** que j'aurais aimé qu'il soit aujourd'hui avec moi, que DIEU l'accueille dans son vaste paradis.*

*A la lumière de mes jours, ma vie et mon bonheur, ma chère maman **Fatíha** que j'adore sans limites. En témoignage et en gratitude de son dévouement, de son soutien permanent durant toutes mes années d'études, ses sacrifices illimités.*

*Au meilleurs des frères, mon deuxième père, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir ; Mon grand frère **FARID**.*

*A mes chers frères **Amíne** et **Mohamed**, mes chères sœurs **Meríem** et **Feríel** et mes chères belles-sœurs **Náima** et **Amína** pour leurs appuis et leurs encouragements,*

*A mes chers nièces **Lyna**, **Rínad**, **Amíra**, **Rím**, **Ranía**, **Razane**, **Ríhane** et **hanaa** et mes deux neveux **Fateh** et **Djaouad** que Allah les protège.*

*A mes cousins, cousines et toute la famille **MANSOUR**
Et **Benaouda**.*

*A ma copine adorable **Yamína** qui était toujours à mes côtés pour m'encourager et me souhaiter tout le succès du monde.*

*Sans oublier mon binôme **Maroua** pour son aide, sa disponibilité, sa patience et sa compréhension durant la durée de notre stage et notre projet de fin d'étude.*

A tous ce que j'aime et tous ce qui était à mes côtés pour me souhaiter le bonheur et le succès.

Merci !

Lamia

العمل الذي عرض ف هذه المذكرة يرتكز على اقتراح حل لمشكل ميكانيكي مس المحركات المشغلة للناقل المزود للجهاز المحطم لحجر الكلس وذلك علي مستوى منطقة استخراجة. الواقعة بمصنع الاسمنت للمنتجة.

أولا قمنا بعرض مراحل صنع الاسمنت بصفة عامة ثم تعمقنا في شرح المرحلة المعنية بالمشكلة , ولحل هذه الأخيرة قمنا باستعمال وسيلة أوتوماتيكية تتمثل في برمجة حلقة تنظيمية لسرعة المحركين ودمجها في البرنامج العام المسير للمنطقة , وهذا بواسطة الحاكمة القابلة للبرمجة SIEMENS S7-400 المزودة ببرنامج PCS 7.

الذي يمكن المستعمل من خلال حاسوب خاص WinCC كما قمنا بوضع نظام للتحكم و المراقبة عن بعد باستعمال برنامج بالحصول على عرض ديناميكي للعملية مزود بكل البيانات , أجهزة التحكم , أجهزة الإنذار , المنحنيات والسجلات اللازمة. ويكون لديه القدرة على إجراء الأوامر اللازمة في الوقت المناسب.

كلمات المفاتيح:

WinCC, المراقبة, SIEMENS, PCS7, S7-400, الأجهزة, أوتوماتيكية ,

Le travail présenté dans ce mémoire se porte sur la proposition d'une solution de la problématique qui se trouve dans la zone carrière et plus précisément l'atelier concassage calcaire au sein de la cimenterie SCMI de Meftah et cela par une boucle de régulation tout en programmant et en réalisant la supervision de cet atelier.

Tout d'abord, nous avons étudié l'instrumentation du système. Par la suite, nous avons mis en avant un programme en utilisant un automate SIEMENS S7 400 avec le logiciel PCS 7. Enfin, nous avons réalisé un système de contrôle-commande grâce au logiciel WinCC.

Notre travail a permis de régler un problème mécanique à l'aide des méthodes de l'automatisme et de réaliser une supervision qui permettra à l'opérateur d'avoir un affichage dynamique du processus, d'acquérir des données (mesures, alarmes, courbes, archives) et d'effectuer les bonnes commandes au bon moment.

Mots clés : instrumentation, automatisation, SIEMENS, S7-400, supervision, WinCC, PCS 7.

Abstract:

The work presented in this master's thesis goes at the suggestion of a solution for the problematic, which is located in the quarry zone and more precisely the limestone-crushing unit within the SCIM cement factory in Meftah, and that through a regulation loop while scheduling and realizing the supervision in the workshop (in that department) **.

Firstly, we've been studying the system's instrumentation. After that, we have elaborated a program using a programmable logic controller SIEMENS S7 400 with the PCS7 software. Lastly, we've realized a control-command's system thanks to the software WinCC.

Our work permitted us to solve a mechanical problem using some automation methods and to achieve a supervision that will allow the operator to have a dynamic display of the process, to acquire data (measurements, alarms, curves, archives) and to perform the right orders at the right moment.

Keywords: instrumentation, automation, SIEMENS, S7-400, supervision, WinCC.

Chapitre 1 : Processus de fabrication du ciment

- Figure 1.1- Les cinq zones de la S.C.MI.....	5
- Figure 1.2- Schéma synoptique du processus de fabrication de ciment.....	5
- Figure 1.3 -Reserve actuel du calcaire.....	5
- Figure 1.4 – Extraction de la matière première par abattage à l’explosif.....	6
- Figure 1.5 –Chargement de la matière.....	6
- Figure 1.6 –Transport des roches de calcaire.....	6
- Figure 1.7 -Atelier concassage.....	7
- Figure 1.8 –Déchargement du calcaire dans l’atelier de concassage calcaire.....	7
- Figure 1.9 -Reserve actuel de l’argile.....	8
- Figure 1.10 -Halls de stockage.....	8
- Figure 1.11 -Zone cru.....	9
- Figure 1.12- Pourcentage d’Homogénéisation des matières premières.....	10
- Figure 1.13 -Broyeur à boulets.....	10
- Figure 1.14 -Atelier d’homogénéisation des matières premières.....	11
- Figure 1.15 -Zone cuisson.....	11
- Figure 1.16 -Photo du four rotatif.....	12
- Figure 1.17 -Zone ciment.....	13
- Figure 1.18 -Photo des silos de stockage du gypse, calcaire, ciment.....	13
- Figure 1.19 -Expédition en sacs (50Kg du ciment)	14
- Figure 1.20 - Expédition en vrac (camions citernes).....	14
- Figure 1.21 - Représentation du système de concassage.....	15

Chapitre 2 Instrumentation du système de l’atelier concassage calcaire

- Figure 2.1 – Emplacement des moteurs électriques dans le processus.....	20
- Figure 2.2 -Moteur.....	20
- Figure 2.3 -Stator.....	21
- Figure 2.4 -Rotor.....	21

Liste des figures

- Figure 2.5 –Réducteur.....	21
- Figure 2.6 –Moteur associé à l’ATM avec réducteur de vitesse.....	22
- Figure 2.7 –Centrale de graissage.....	22
- Figure 2.8 – Principe de fonctionnement de la pompe à engrenage.....	23
- Figure 2.9 –Disjoncteur moteur (Schneider) et son symbole électrique.	24
- Figure 2.10 –Contacteur (Schneider) et son symbole graphique.	24
- Figure 2.11 –Variateur de vitesse SIMOVERT MASTERDRIVES (Siemens).....	25
- Figure 2.12 –Variateurs de vitesse (maître, esclave) de l’atelier.	26
- Figure 2.13 –Cellule MCset (Schneider).	26
- Figure 2.14 – Emplacement des capteurs dans le processus.	28
- Figure 2.15 –interrupteur fin de course.....	29
- Figure 2.16 – Arrêt d’urgence à câble.	29
- Figure 2.17 –schéma du fonctionnement de lâche câble.	30
- Figure 2.18 – Architecture de la partie self.	31
- Figure 2.19 – Détecteur de proximité inductif.	31
- Figure 2.20 – Détecteur de niveau capacitif.....	32
- Figure 2.21 –Capteur de niveau à radar.....	33
- Figure 2.22 –Sonde de température PT100.....	34
- Figure 2.23 –Capteur de niveau avec Barrière à micro-ondes.	34
- Figure 2.24 – Transducteur de mesure de puissance.....	35
- Figure 2.25 –Vue sur l’automate s7-400.....	36
- Figure 2.26 –Automate s7-400 associé dans la carrière.....	36
- Figure 2.27 –Les différentes composants d’un API.....	37
- Figure 2.28 –Vue de ET 200M.....	38
- Figure 2.29 –ET200M associé dans la carrière.....	38
- Figure 2.30 –Les différents composants d’un ET200M.....	39
- Figure 2.31 –SIMATIC PCS 7 architectures.	40

- **Figure 2.32**-différents vues dans SIMATIC Manager.....41

Chapitre 3 : Programmation de l'atelier concassage calcaire

- **Figure 3.1**-Architecture réseau de l'atelier concassage calcaire.....59
- **Figure 3.2**- Création d'un nouveau projet.....61
- **Figure 3.3**- Création de la bibliothèque.....62
- **Figure 3.4**- Création des stations AS et OS.....62
- **Figure 3.5**- Fenêtre HW Configuration.....63
- **Figure 3.6**- Configuration matériels.....64
- **Figure 3.7**- L'unité de traitement CPU 416_3DP.....64
- **Figure 3.8**-Processeur de communication CP436-1.....66
- **Figure 3.9**- Le coupleur IM153-1.....67
- **Figure 3.10**-Module PS 307 5A.....68
- **Figure 3.11**-Module PS 407 10A.....68
- **Figure 3.12**- Table des mnémoniques.....71
- **Figure 3.13**- Création des CFC.....72
- **Figure 3.14**-Groupe de la séquence (3).....72
- **Figure 3.15**-Moteur de l'ATM.....73
- **Figure 3.16**-Contrôleur de rotation de l'ATM.....74
- **Figure 3.17**-Capteur de niveau de la trémie.....75
- **Figure 3.18**-régulateur PID.....76
- **Figure 3.19**- Paramétrage de la communication PROFIBUS DP.....77
- **Figure 3.20** fonction.....79
- **Figure 3.21**. db.....79
- **Figure 3.22** plc.....80
- **Figure 3.23** fonction.....81

Chapitre 4 : Supervision de l'atelier concassage calcaire

- **Figure 4.1**- Insertion d'une station opérateur.....84
- **Figure 4.2**- Configuration de la communication Ethernet entre la station opérateur et l'automate.....84
- **Figure 4.3**- Synchronisation du projet OS avec ENG.....85
- **Figure 4.4**- Fenêtres de WinCC explorer.....86

Liste des figures

- Figure 4.5 -Fenêtre de Graphics Designer.....	86
- Figure 4.6 -l'ouverture de la bibliothèque « @PCS7typicals.PDL ».....	87
- Figure 4.7 - La bibliothèque des symboles dynamiques.....	88
- Figure 4.8 - La bibliothèque des symboles statiques.....	88
- Figure 4.9 -Vue de notre atelier « Atelier Concassage ».....	90
- Figure 4.10 -La liaison des symboles dynamiques.....	90
- Figure 4.11 -vue détaillée du concasseur KHD.....	91
- Figure 4.12 -Picture Tree Manager.....	92
- Figure 4. 13 -Activation de RUNTIME.....	92
- Figure 4.14 -Fenêtre de simulation « <i>RUN TIME</i>	93
- Figure 4.15 – Fenêtres du Bouton d'identification de l'utilisateur.....	94
- Figure 4.16 – Face plate d'un groupe.....	96
- Figure 4.17 -Mode automatique.....	97
- Figure 4.18 -Mode individuel.....	97
- Figure 4.19 -Mode locale.....	97
- Figure 4.20 – Face plate Moteur avec diagnostic.....	98
- Figure 4.21 – Bloc interlock.....	99
- Figure 4.22 -Face plate de régulateur PID.....	100
- Figures 4.23 -Simulation à basse puissance.....	102
- Figures 4.24 -Simulation à moyenne puissance.....	102

Table des matières

Introduction générale.....	1
Chapitre 1 : Processus de fabrication du ciment.....	3
- 1.1- <i>Introduction.....</i>	4
- 1. 2- <i>Procédé de fabrication.</i>	4
- 1.2.1-La zone de carrière et stockage	5
- 1.2.2-La zone crue	9
- 1.2.3-La zone cuisson	11
- 1.2.4-La zone ciment	12
- 1.2.5-La zone expédition	14
- 1.3- <i>Atelier concassage calcaire.....</i>	15
- 1.3.1-Alimentation concasseur	15
- 1.3.2-Concassage	16
- 1.3.3-Transport des roches concassées	16
- 1.3.4-Filtrage.....	16
- 1. 4- <i>Problématique.</i>	16
- 1. 5- <i>Cahier des charges.</i>	17
- 1.6- <i>Conclusion.</i>	17
Chapitre 2 : Instrumentation de l’atelier concassage calcaire.....	18
- 2.1- <i>Introduction</i>	19
- 2.2- <i>Instrumentation du système de concassage</i>	19
- 2.2.1- <i>Partie Opérative</i>	19
- 2.2.2- <i>Partie Commande</i>	35
- 2.3- <i>Conclusion</i>	44
Chapitre 3 : Programmation du système de l’atelier concassage calcaire.....	45

Table des matières

- 3.1-	
<i>Introduction</i>	46
- 3.2-Principe de fonctionnement.....	46
- 3.3- Solution de la problématique	48
- 3.3.1-Problématique exposée.....	48
- 3.3.2-Mesure effectuées par l'usine.....	48
- 3.3.3-Analyse des résultats obtenus et recommandations.....	48
- 3.4-Démarrageséquentiel.....	50
- 3.4.1-Séquence (1) : Transport_KHD	50
- 3.4.2-Séquence (2) : Concasseur_KHD	53
- 3.4.3-Séquence (3) : Alimentateur_KHD	56
- 3.5-Choix de matériels.....	59
- 3.5.1-Analyse du réseau industriel de société SCMI.....	59
- 3.5.2-Choix de l'automate programmable industriel (S7-400)	60
- 3.6-Choix du logiciel.....	60
- 3.6.1-Création d'un nouveau projet ET des bibliothèques nécessaires.....	60
- 3.6.2-Configuration matérielle.....	63
- 3.7-Programmation	70
- 3.7.1-La table des mnémoniques	70
- 3.7.2-La structure du programme.....	70
- 3.7.3- Test avec simulation	79
- 3.8-Conclusion.....	81
Chapitre 4 : Supervision de l'atelier concassage calcaire.....	82
- 4.1-Introduction	83
- 4.2-La supervision	83
- 4.3. Configuration d'une station Opérateur dans SIMATIC Manager.....	83
- 4.3.1-Définition de la station opérateur OS.....	83

Table des matières

- 4.4-Le logiciel de supervision WinCC.....	85
- 4.4.1- Présentation de la Fenêtres de WinCC explorer	85
- 4.4.2- Présentation de la fenêtre Graphics Designer.....	86
- 4.4.3-Développements des vues	89
- 4.4.4- Présentation de Picture Tree Manager.....	91
- 4.4.5-Simulation des vues.....	92
- 4.4.6-Vue de l’atelier.....	96
- 4.4.7-Résultat obtenus après le réglage de la problématique.....	101
- 4.5-Conclusion	102
<i>Conclusion générale.....</i>	104

-

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage calcaire

- **Tableau 3.1**-Chronologie de démarrage des séquences.....47
- **Tableau 3.2**-Mesures effectuées par l'usine.....49
- **Tableau 3.3**-Tableau des consommateurs de la séquence (1).....50
- **Tableau 3.4**-Tableau des capteurs logiques et analogiques de la séquence (1)...51
- **Tableau 3.5**-Tableau des consommateurs de la séquence (2).....53
- **Tableau 3.6**-Tableau des capteurs logiques et analogiques de la séquence (2)....54
- **Tableau 3.7**-Tableau des consommateurs de la séquence (3).....56
- **Tableau 3.8**-Tableau des capteurs logiques et analogiques de la séquence (3)....57
- **Tableau 3.9**- Caractéristiques de la CPU 416_3DP.....65
- **Tableau 3.10**- Caractéristique du processeur de communication CP436-1.....66
- **Tableau 3.11**- Caractéristiques du coupleur IM153-1.....67
- **Tableau 3.12**-Bilan de consommation de courant pour S7-400 et ET200.....69
- **Tableau 3.13**-Le dimensionnement des modules de l'ET200M et S7-400.....70

Chapitre 4 Supervision de l'atelier concassage calcaire

- **Tableau 4 .1**-Description des commandes générales.....95
- **Tableau 4 .2**-Les modes de fonctionnement.....97
- **Tableau 4.3**-Objet moteur.....100
- **Tableau 4.4**-Résultats obtenus.....101

Listes des acronymes et abréviations

GICA : Groupe Industriel des Ciment d'Algérie

SCMI : Société du Ciment de la Mitidja.

ATM : Alimentateur à Tablier Métallique

KHD : Nom d'une machine anglaise

FCB : Nom d'une machine anglaise

TOR : Tout Ou Rien.

API : Automate Programmable Industriel.

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

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

CFC : Continuous Function Chart.

NF : Normalement fermé.

NO : Normalement ouvert.

DI : Digital Input (Entrée numérique).

ENG : Engineer Station (Stationne ingénieur).

AS : Station d'Automatisation (automation station).

OS : Operator Station (Station opérateur).

PID : Proportionnelle, Intégrateur, Dérivateur.

WinCC : Windows Control Center

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

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

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

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

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

YL : Capteur analogique de niveau).

PT100 : Capteur de température à 0°C sa résistance est égale à 100 Ohm

T16 : Tapis numéro 16.

TK1 : Tapis du clinker numéro 1.

TKF1 : Tapis du clinker et farine numéro 1.

TKF2 : Tapis du clinker et farine numéro 2.

Introduction générale

L'évolution rapide des techniques d'automatisation et de supervision a permis de contourner la plupart des problèmes rencontrés dans le monde industriel ; et fournir plusieurs solutions pour améliorer la productivité et la maintenance ainsi que la sécurité des systèmes industriels dans le but de minimiser les coûts et maximiser les profits.

Le ciment est parmi les plus importants matériaux de construction de nos jours. C'est un produit issu de la nature, qui a subi diverses améliorations avec le temps, en effet, c'est un liant hydraulique sous forme de fine poudre minérale qui a la particularité de durcir (*phénomène de prise*) en présence d'eau. Après durcissement, le ciment hydraté conserve sa résistance et sa stabilité même au contact de l'eau.

Plus 96% des capacités de production de ciment en Algérie sont le fait de deux grands groupes, GICA (public) et Lafarge-Holcim. Ces derniers produisent respectivement 13.5 millions de tonnes et 11.1 millions de tonnes. Ces entreprises ont recours aux techniques de production les plus récentes basées sur l'automatisation et la supervision.

La capacité de production de l'Algérie, qui compte 17 cimenteries en service, est passée de 20 à 25 millions de tonnes entre de 2015 et 2017 grâce à la réception de plusieurs projets d'extension ou de nouvelles cimenteries. Si la production nationale a augmenté, la demande a suivi la même courbe ces dernières années. Celle-ci est en effet passée de 20 millions de tonnes en 2010 à 26 millions de tonnes en 2016. Pour couvrir cette demande la cimenterie GICA est dans l'obligation de produire davantage de quantité tout en offrant une bonne qualité de produit.

Le but principal de notre projet consiste à proposer une solution à une problématique liée au système de l'atelier de concassage calcaire au niveau de la zone carrière au sein de la cimenterie de Meftah.

Dans ce cadre, nous avons organisé notre plan de travail en quatre chapitres qui se résume comme suit :

- Le premier chapitre présente le processus de fabrication du ciment, le développement de l'atelier concassage calcaire en détails, la problématique et le cahier des charges.
- Le deuxième chapitre décrit l'instrumentation de cet atelier.

Introduction générale

- Le troisième chapitre traite la partie programmation et la solution de la problématique de l'ATM.
- Le quatrième chapitre aborde la partie supervision de l'atelier concassage calcaire.
- En dernier, notre travail se clôture avec une conclusion générale.

Chapitre 1 Processus de fabrication du ciment

1.1-Introduction

L'industrie cimentière (voir **Annexe A.1**) est parmi les industries les plus importantes vue l'importance du ciment, ce dernier est considéré comme l'élément indispensable pour la construction car il est une option sûre pour tous les types de terrain, et ce quelque soit l'environnement.

Deux types de fabrication du ciment sont possibles : voie humide et voie sèche.

- Voie humide : Ce type est le plus ancien et implique une grande consommation d'énergie pour évaporer l'eau excédentaire [1].
- Voie Sèche : Celui-ci consiste à l'homogénéisation parfaite et le séchage des matières premières qui sont corrigées chimiquement l'hors de l'opération du broyage afin d'obtenir la farine. Celle-ci peut être introduite directement dans le four sous forme pulvérulente [1].

1.2-Procédé de fabrication

Le ciment est le matériau (pour plus détails voir **Annexe A.2**) indispensable de la construction d'ouvrage de bâtiments et de secteur de la construction en général, Il fait partie de la vie quotidienne. Il est difficile d'imaginer le développement des territoires sans ce matériau.

La cimenterie de Meftah utilise le procédé dit « Voie Sèche » car il est le plus économique en matière de consommation d'énergie. Sa chaine de production est composée de cinq zones en ligne sont :

- La zone carrière et stockage.
- La zone crue.
- La zone cuisson.
- La zone ciment.
- La zone d'expédition [1].

Les **Figure 1.1** et **Figure 1.2** vont illustrées les zones citées précédemment.

Chapitre 1 Processus de fabrication du ciment

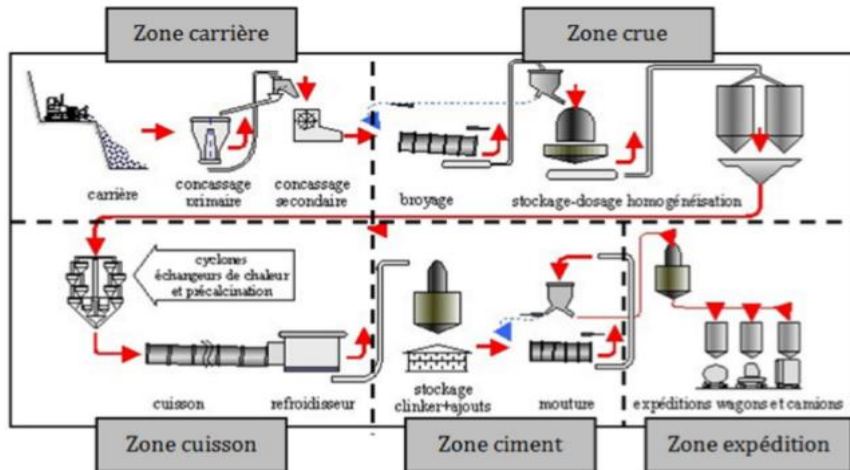


Figure 1.1- Les cinq zones de la S.C.M.I [1].

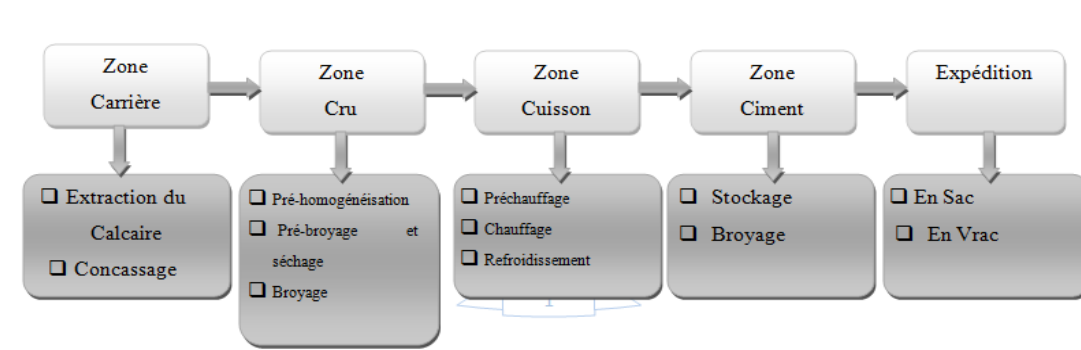


Figure 1.2- Schéma synoptique du processus de fabrication de ciment.

1.2.1-La zone de carrière et stockage :

Les matières premières qui entrent dans la fabrication du ciment (carbonate de calcium, silice, alumine et minerai de fer) sont généralement extraites de roche calcaire voir **Figure 1.3**, de craie, de schiste ou d'argile. Ce sont extraites de carrières (à ciel ouvert), et cela en passant par deux étapes :



Figure 1.3 -Reserve actuel du calcaire [1].

Chapitre 1 Processus de fabrication du ciment

- **Calcaire** : L'extraction de calcaire illustré dans la **Figure 1.4** se fait par abattage à explosif dans la carrière située à 1Km de l'usine qui est prélevé des parois rocheuses à la pelle mécanique voir **Figure 1.5**. Le transport des blocs de calcaire se fait par des camions vers la chambre de concassage voire **Figure 1.6** [1].



Figure 1.4 – Extraction de la matière Première par abattage à l'explosif [1].



Figure 1.5–Chargement de la matière [1].



Figure 1.6–Transport des roches de calcaire

Chapitre 1 Processus de fabrication du ciment

- **Concassage** : Le concassage sert à réduire la taille des blocs de calcaire grâce aux deux concasseurs (FCB-450t/h ; KHD-100t/h) qui sont alimentés par les alimentations tabliers mécanique ATM, voir les **Figure 1.7** et **Figure 1.8**.

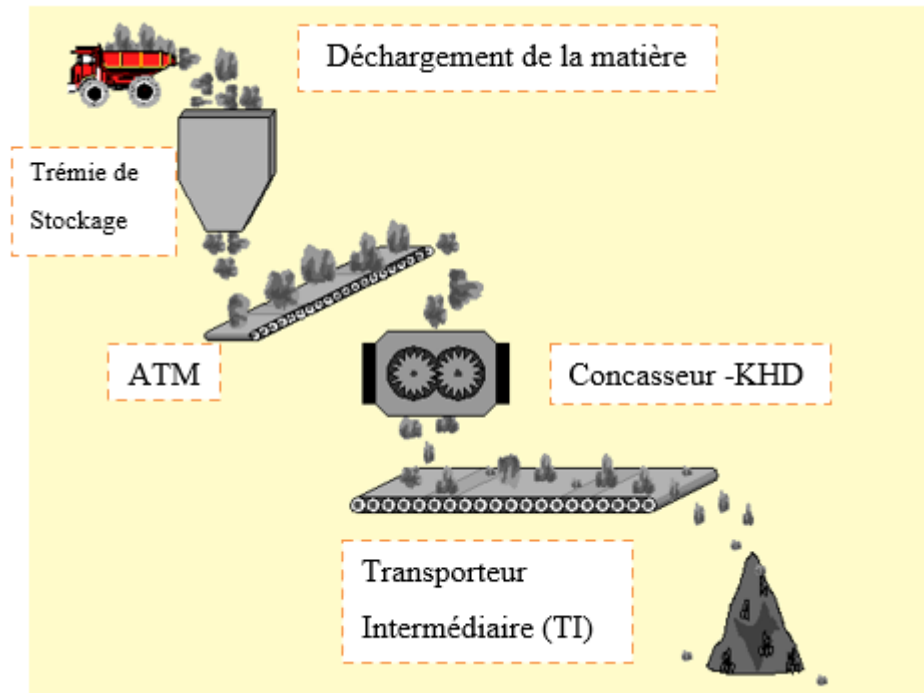


Figure 1.7-Atelier concassage.



Figure 1.8 –Déchargement du calcaire dans l’atelier de concassage calcaire.

- **Ajouts** : L’argile est extraite par des pelles mécaniques, dans la carrière argile située à 4Km de l’usine. L’argile, le sable et les minerais de fer sont transportés vers le concasseur FCB (le sable ne se concasse pas), voir **Figure 1.9**.

Chapitre 1 Processus de fabrication du ciment



Figure 1.9-Reserve actuelle de l'argile [1].

Remarque : Il y a deux concasseurs KHD et FCB, KHD destiné au concassage du calcaire tandis que FCB pour le concassage de l'argile.

Après concassage des matières premières, elles sont acheminées vers les halls de stockage par des bandes transporteuses pour passer à l'étape de la préparation de la matière, voir **Figure 1.10**.



Figure 1.10-Halls de stockage [1].

Chapitre 1 Processus de fabrication du ciment

On distingue deux Halls de stockage :

- **Hall calcaire :**

Le calcaire est déposé en couche successive par des jeteurs (pré-homogénéisation) en formant deux tas, un en constitution et l'autre pour la reprise. Le gratteur portique (à palette) sert à gratter le calcaire et se déplace en translation de tas en tas en jetant la matière sur le tapis pour le transporter à la trémie calcaire [1].

- **Hall ajouts :**

Sa réserve actuelle est 500 000 tonnes dans la zone 3 et 51 millions de tonnes dans la zone 6 [1].

1.2.2-La zone crue :

La zone crue comme il est illustré dans la **Figure 1.11** est divisée sur quatre étapes essentielles :



Figure 1.11-Zone cru

- **Pré-homogénéisation :**

Le dosage des matières premières se fait par un système automatique de dosage pour corriger la composition chimique du ciment (voir **Figure 1.12**) et elle est comme suit :

- Calcaire : 80%
- Argile : 17%
- Sable : 2%

Chapitre 1 Processus de fabrication du ciment

- Minerais de fer : 1%

Après dosage, ces matières seront transportées dans une même bande transporteuse.



Figure 1.12- Pourcentage d'Homogénéisation des matières premières [1].

- **Pré-broyage et séchage :**

Ces matières sont broyées mécaniquement dans un premier broyeur à marteau, puis aspirées par des ventilateurs à air chaud vers le séparateur statique, là où les produits finis seront stockés dans 4 cyclones de capacité de 90t. Le reste est envoyé vers un deuxième broyeur qui est un broyeur à boulets [1].

- **Broyage :**

Le broyeur à boulets sert à broyer les rejets du séparateur statique. La matière broyer est acheminée vers le séparateur dynamique par des élévateurs à godets. Le produit fini envoyé vers 4 autre cyclones, et le reste sera ré-broyé. Le broyage permet de produire une fine poudre, appelée « cru de ciment », voir Figure 1.13.

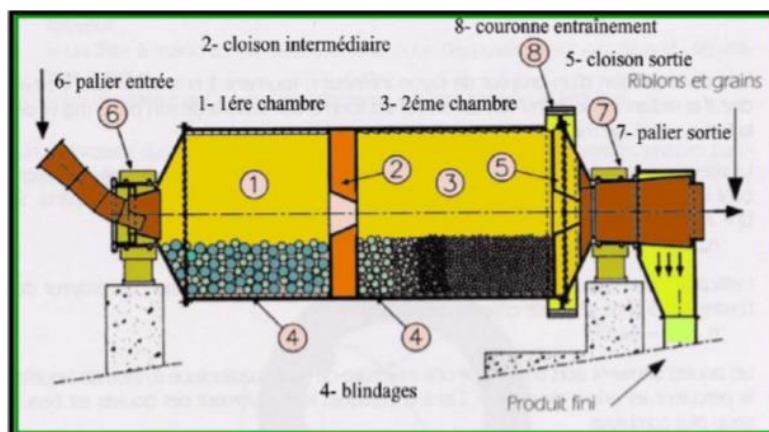


Figure 1.13-Broyeur à boulets [1].

Chapitre 1 Processus de fabrication du ciment

○ Homogénéisation :

Le produit fini issu des huit cyclones précédents sera mélangé dans les deux silos d'homogénéisation dont la capacité est de 2500t chacun.

Après homogénéisation, le produit est stocké dans deux autres silos de capacité de 10000t. Chaque silo est équipé de deux sorties latérales pouvant assurer la totalité du débit farine vers le four [1], voir **Figure 1.14**.



Figure 1.14-Atelier d'homogénéisation des matières premières [1].

1.2.3-La zone cuisson :

L'atelier est composé d'un préchauffeur, d'un four rotatif et d'un refroidisseur, voir **Figure 1.15**.

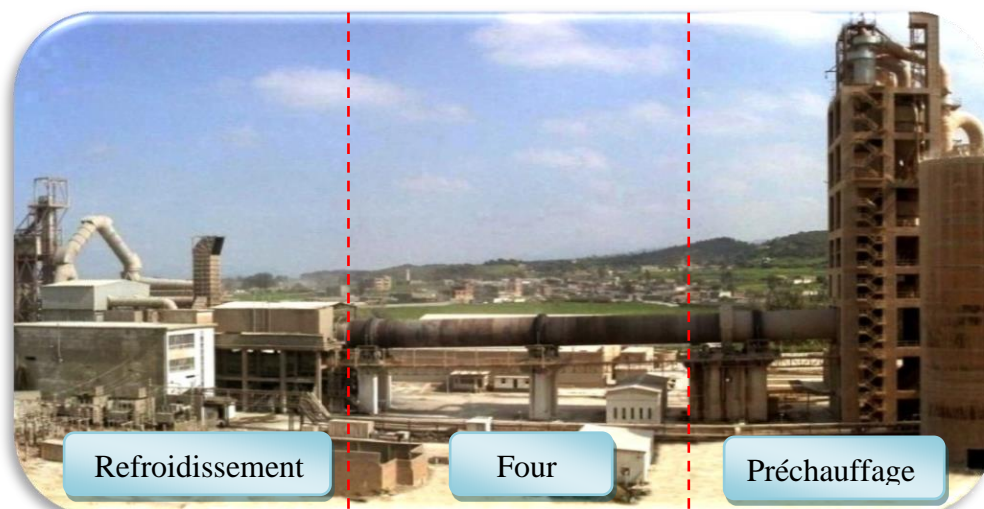


Figure 1.15-Zone cuisson [1].

Chapitre 1 Processus de fabrication du ciment

○ Préchauffage :

Le préchauffeur est composé de deux blocs symétriques. Chaque bloc contient deux dépoussiéreuses, trois cyclones et une boîte à fumée. Le but de ce système est de diminuer le taux d'humidité, et la pré-décarbonations [1].

○ Four :

Le four est un cylindre de 90m de long et 5.6m de diamètre, incliné d'un angle de 1 à 4° par rapport à l'horizontale et comprend quatre zones : décarbonations, transition, cuisson et refroidissement, voir **Figure 1.16**.

La température du four est différente dans les quatre zones du four :

- Zone de décarbonations : 900°C.
- Zone de transition : 1100°C.
- Zone de cuisson : 1450°C.
- Zone de refroidissement : 1200°C à 80°C [1].



Figure 1.16-Photo du four rotatif [1].

○ Refroidissement :

Après cuisson, on obtiendra le clinker qui va passer par un refroidisseur à grille qui a pour rôle d'abaisser sa température de 1200°C à environ 80°C. Le clinker est transporté par des chaînes transporteuses vers le silo de stockage clinker.

1.2.4-La zone ciment

La zone ciment est la zone finale de la composition du ciment (représentée dans la **Figure 1.17**).

Chapitre 1 Processus de fabrication du ciment



Figure 1.17-Zone ciment [1].

Les trois matières clinker, gypse et tuf sont acheminées vers leurs trémies correspondantes, ces dernières sont illustrées dans la **Figure 1.18**.



Figure 1.18-Photo des silos de stockage du gypse, calcaire, ciment [1].

Le gypse et le tuf amenés par des camions. Le gypse est déversé dans le tapis T19 qui déverse sur le tapis T20 puis acheminés vers le silo de stockage gypse à l'aide d'un élévateur à godets ou bien déversé dans le tapis amont et vers l'élévateur à godets qui alimente la chaîne TKF2 pour remplir la trémie gypse.

Le tuf sera directement déversé dans le tapis T16 puis acheminé vers le tapis TK1 à travers un élévateur à godets.

Le broyeur ciment est alimenté par les trois matières clinker, gypse et tuf dosées (clinker 80%, gypse 14%, tuf 6%). Après broyage, la matière est acheminée vers le séparateur dynamique à travers l'élévateur à godets.

Chapitre 1 Processus de fabrication du ciment

Les rejets sont transportés vers l'entrée de broyeur pour les ré-broyés. Le produit fini sera acheminé vers les silos de stockage ciment, [1].

1.2.5-La zone expédition

Le ciment stocké dans huit silos de capacité 5000t chacun, et il est expédié en sacs et en vrac.

- **En sacs** : Quatre ensacheuses de débit de 90t/h sont constituées de huit becs chacune fait l'ensachage du ciment en sacs de 50Kg chacun (**Figure 1.19**).
- **En vrac** : Le ciment livré en vrac constitue 70% de la production. Il est transporté par camion-citerne (**Figure 1.20**) [1].



Figure 1.19-Expédition en sacs (50Kg du ciment) [1].



Figure 1.20- Expédition en vrac (camions citernes) [1].

1.3-Atelier concassage calcaire

Le concassage du calcaire au niveau de la carrière est un processus qui nécessite une surveillance continue de ses paramètres (niveau, température ...)

Ce système de concassage est composé de quatre étapes essentielles : l'alimentation du concasseur, le concassage, le transport des roches concassées et le filtrage (**Figure 1.21**).

Chapitre 1 Processus de fabrication du ciment

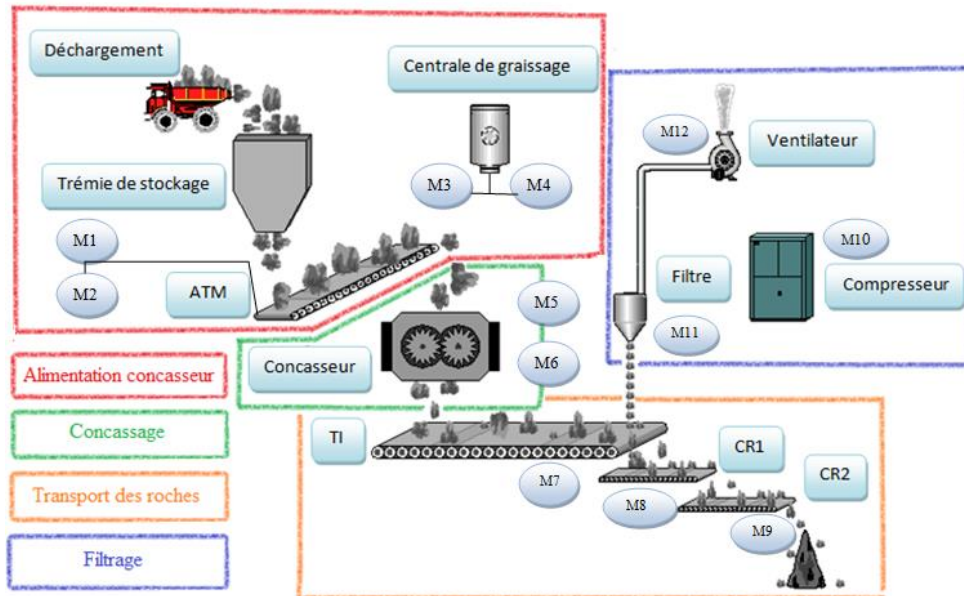


Figure 1.21- Représentation du système de concassage.

1.3.1-Alimentation concasseur

L'ATM est un convoyeur à chaînes, il se compose d'un brin de chaînes tournant en boucle fermée qui nécessitent une lubrification permanente pour garantir une longue durée de vie à cet équipement ainsi que son bon fonctionnement [1].

Les roches de calcaires extraites de la carrière sont transportées par des camions jusqu'à la trémie de stockage où un capteur de niveau à radar qui indique le niveau des roches solides dans cette trémie.

Ensuite, Ces roches sont dirigées vers le concasseur par un transporteur métallique qui alimente ce dernier où un capteur de barrière à micro-onde qui va contrôler les dimensions des roches pour éviter le bourrage du concasseur [2].

Ce transporteur est entraîné par deux moteurs asynchrones identiques (M1, M2) qui ont une puissance de 45Kw. Ces deux moteurs sont commandés par deux variateurs de fréquences Siemens Simovert. L'augmentation du couple se fait par deux motoréducteurs [2].

Au milieu du tapis, On retrouve un capteur de fin de course qui va contrôler le déportement de la bande.

A la fin du tapis, on a une centrale de graissage qui contient deux pompes (P1, P2) à engrenages extérieurs. Ces pompes sont équipées de deux moteurs (M3, M4) et un détecteur de niveau capacitif [2].

Chapitre 1 Processus de fabrication du ciment

1.3.2-Concassage

Le concassage primaire se fait par un concasseur à marteaux KHD. L'intérêt de l'utilisation de ce dernier dans cet atelier c'est de faciliter le transport des roches de calcaire prélevées de la carrière qui ont une grosse granulométrie vers l'usine ainsi que leur stockage.

Le concasseur utilisé par la cimenterie est un concasseur puissant suivant la dureté des roches de calcaires, la vérification de la puissance de ce KHD se fait par des transducteurs de mesures de puissance, il est entraîné par deux moteurs asynchrones (M5, M6) avec une capacité de 1000 tr/h. La température de ses enroulements, paliers, est constamment surveillée par des sondes de températures PT-100 pour éviter la surchauffe [2].

1.3.3-Transport des roches concassées

Le calcaire concassé est transporté vers l'usine via un convoyeur à bande appelé transporteur intermédiaire, il est équipé d'un détecteur de proximité inductif pour assurer la rotation du tapis, un moteur asynchrone (M7) pour entraîner ce dernier et quatre capteurs de fin de course pour contrôler le déportement de la bande. Le transporteur est équipé de deux convoyeurs appelés chaînes à racleurs entraînées par deux moteurs (M8, M9) qui vont permettre de récupérer la matière débordée. Le calcaire transporté est stocké dans un hall de stockage (*Hall calcaire*) afin d'arriver à l'usine [2].

1.3.4-Filtrage

Le filtrage est utilisé pour réduire les émissions de la poussière, éviter les nuages de poussière dangereux et nocifs pour la santé et aussi pour récupérer la matière.

Cette opération se fait par des ventilateurs entraînés par un moteur asynchrone (M12) pour les mettre en marche afin de passer par un filtre (M11) équipé d'un compresseur (M10) et un ventilateur qui vont séparer la poussière aspirée en (air propre, matière) et refouler l'air vers l'extérieur. Et la matière récupérée va être versé par le sas rotatif du filtre vers le transporteur intermédiaire [2].

1.4-Problématique

La cimenterie comporte cinq zones, Et Parmi ces zones on a la zone carrière où notre travail va être effectué, et plus précisément l'atelier concassage calcaire. Cet atelier comporte un alimentateur /transporteur métallique avec deux moteurs (sud, nord).

Chapitre 1 Processus de fabrication du ciment

Les deux moteurs sont identiques et ont une puissance de 45Kw. Ces moteurs sont commandés chacun par un variateur de fréquence Siemens Simover. Et ces variateurs sont paramétrés en fonctionnement maître/esclave. Le maître qui a une puissance de 90Kw est commandé par l'automate S7 400 par le protocole de communication Profibus et l'esclave qui a une puissance de 45Kw est commandé par le variateur maître par le protocole de communication SIMOLINK.

Le problème qui se pose c'est qu'on a constaté une consommation de courant un peu élevée car le moteur sud consomme plus de courant que le moteur nord. Ce qui provoque un décalage de vitesse entre les deux moteurs, provoquant ainsi un dysfonctionnement de l'ATM et endommageant les têtes des réducteurs des moteurs.

1.5-Cahier des charges

L'objectif de ce projet est d'étudier l'atelier concassage calcaire, en essayant de proposer une nouvelle solution au problème rencontré qui sera de passer de la commande maître esclave à la commande directe (séparer la consigne) depuis l'automate S7-400, plus précisément paramétrer correctement les deux variateurs chacun pour un fonctionnement simple en régulation de vitesse (fréquence), avec les paramètres correspondant au moteur associé avec les limitations de courant ou de couple, tout en programmant le reste de l'atelier concassage calcaire à l'aide de PCS7.

1.6-Conclusion

On a abordé dans ce chapitre les étapes de processus de fabrication du ciment qui sont : Extraction de la matière première et concassage, ajouts de l'argile, préparation de la matière (Pré-homogénéisation, Pré-broyage et séchage, Broyage, Homogénéisation), cuisson (Préchauffage, Four, Refroidissement), préparation du ciment (Dosage, Broyage, Homogénéisation), expédition (Sac, Vrac). Et on a expliqué en détails le système de l'atelier de concassage calcaire.

Pour obtenir un ciment économique et de très bonne qualité il faut respecter les étapes citées précédemment pour définir et entretenir le bon déroulement du procédé et définir l'instrumentation nécessaire pour un bon fonctionnement. Et cette instrumentation fera l'objet du chapitre suivant.

Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier concassage calcaire

2.1-Introduction

Le choix de l'instrumentation permet d'accueillir des données du procédé et exécuter des tâches requises qui sont le facteur majeur pour un bon fonctionnement ainsi que chaque instrument doit être placé au bon endroit dépendamment de sa technologie et son coût.

L'atelier du concassage au niveau de la carrière nécessite une surveillance continue de ses paramètres (niveau, température...etc.).

Généralement Un système automatisé il est constitué de deux parties celui qui se décompose de manière générale en deux parties :

- **Une partie opérative : (PO)**
 - C'est le sous-ensemble qui effectue les actions physiques, mesures des grandeurs physiques et rend compte à la partie commande. Elle est généralement composée d'actionneurs, de capteurs, d'effecteurs et d'un bâti.
- **Une partie commande : (PC)**
 - C'est le sous-ensemble qui effectue les opérations de calcul et transmet les ordres à la partie opérative.
 - C'est le sous-ensemble qui traite l'information pour assurer le pilotage et la coordination des tâches [3].

Alors ; ce chapitre va détailler tous les équipements nécessaires à la réalisation de notre projet.

2.2-Instrumentation du système de concassage

L'instrumentation est la mise en œuvre d'instruments de mesures, d'actionneurs, régulateurs pour créer une chaîne d'acquisition de commande sur un processus.

Elle est très utilisée dans le domaine de l'industrie, la recherche et le développement car elle est nécessaire pour l'automatisation, la régulation et les suivis des processus industriels.

L'instrumentation comprend la partie opérative (pré-actionneurs, actionneurs... etc.).

2.2.1-Partie Opérative

Cette partie est divisée en trois parties :

- Les actionneurs.

Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier concassage calcaire

- Les pré-actionneurs.
- Les capteurs.

a. Actionneurs

Un actionneur est l'organe de la partie opérative, un actionneur électrique est un objet qui transforme l'énergie qui lui est fournie en un phénomène physique qui fournit un travail, modifie le comportement ou l'état d'un système [4].

Il existe une multitude d'actionneurs, mais les plus utilisés dans l'industrie sont les vérins pneumatiques et les moteurs électriques.

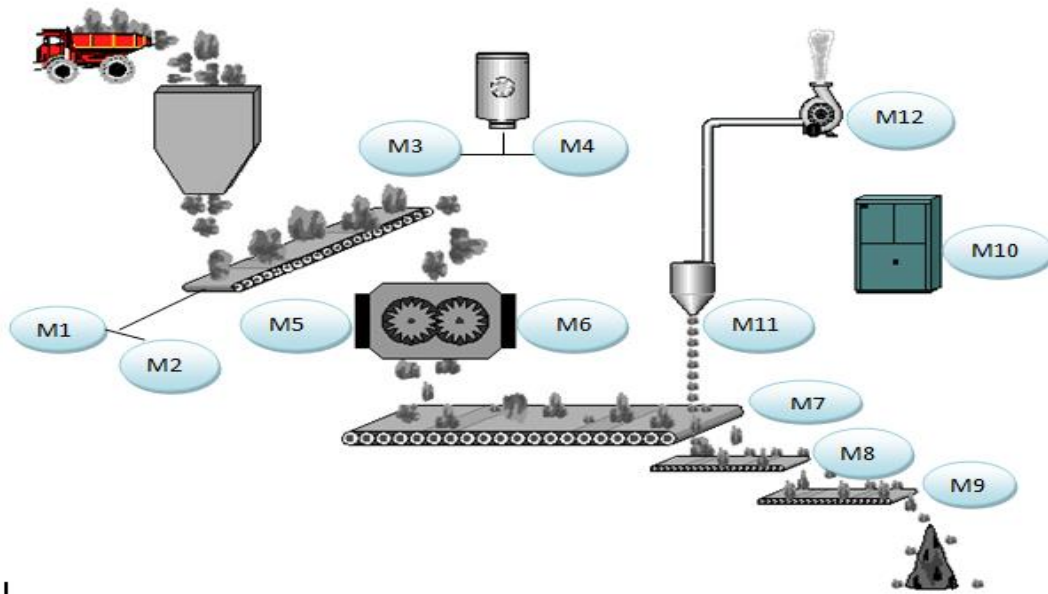


Figure 2.1– Emplacement des moteurs électriques dans le processus.

• Les moteurs asynchrones

Un moteur asynchrone comme illustré dans la **Figure 2.2** est une machine électrique à courant alternatif sans connexion entre le **stator** et le **rotor**. Le moteur asynchrone triphasé est utilisé pour transformer l'énergie électrique en énergie mécanique grâce à des phénomènes électromagnétiques [5]. Voir **Annexe B.1**



Figure 2.2-Moteur.

Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier concassage calcaire

- **Stator** : c'est la partie magnétique fixe du moteur asynchrone. Elle comporte des enroulements qui alimentés en courant alternatif, vont produire un champ magnétique tournant, voir **Figure 2.3**[6].
- **Rotor** : partie libre en rotation comportant des conducteurs qui seront soumis au champ tournant, voir **Figure 2.4** [6].



Figure 2.3-Stator.



Figure 2.4-Rotor.

- **Réducteur**

Le réducteur de vitesse est un organe mécanique qui permet de réduire la vitesse de rotation des moteurs électriques. Les motoréducteurs sont très souvent utilisés dans l'industrie (**Figure 2.5**), le rapport de réduction se trouve généralement inscrit sur le réducteur [7].



Figure 2.5-Réducteur.

Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier concassage calcaire

Dans l'ATM, on a utilisé deux moteurs comme il est représenté dans la **Figure 2.6** alimentés par une tension alternative triphasée de 380V avec un courant de 86A, qui ont une puissance (45kw) et une vitesse de synchronisme 1000tr/min. **Annexe B.1**



Figure 2.6-Moteur associé à l'ATM avec réducteur de vitesse.

- **Pompes**

Afin d'obtenir une pression adaptée au transfert du lubrifiant à partir de la centrale de graissage illustré dans la **Figure 2.7** vers les chaînes de l'ATM, deux pompes (**P1** et **P2**) à engrenages extérieurs sont installées. Ces pompes sont équipées de deux moteurs (**M3** et **M4**), voir **Annexe B.3**.



Figure 2.7–Centrale de graissage.

Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier concassage calcaire

- Principe de fonctionnement

La pompe à engrenage est constituée de deux engrenages tournant à l'intérieur du corps de la pompe, le principe consiste à aspirer le liquide dans l'espace compris entre deux dents consécutives et à le faire passer vers la section de refoulement (la rotation d'un pignon entraîne la rotation en sens inverse de l'autre, ainsi une chambre se trouve à l'aspiration, l'autre au refoulement) [8] comme le montre la **Figure 2.8**.

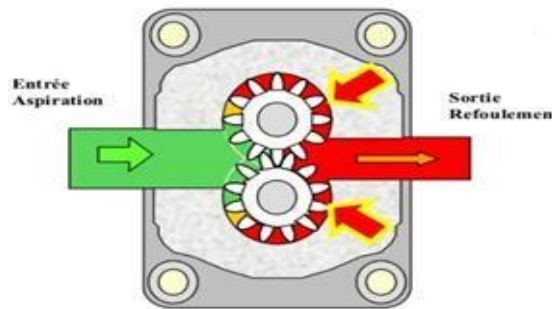


Figure 2.8– Principe de fonctionnement de la pompe à engrenage.

b. Pré-actionneurs

Un Pré-actionneur est de rôle de distribuer un ordre de la partie commande à la partie opérative. Dans le monde industriel les pré-actionneurs les plus utilisés sont :

- Les contacteurs pour les moteurs électriques.
- Les distributeurs pour les vérins pneumatiques ou hydrauliques [9].

- **Disjoncteur moteur**

C'est un appareil de protection qui comporte deux relais, relais magnétique pour la protection contre les courts circuits et un relais thermique pour la protection contre les surcharges [10]. Voir **Annexe B.4**

Au niveau de l'atelier de concassage calcaire, tous les moteurs électriques de basse tension sont équipés d'un disjoncteur moteur de marque Schneider, voir **Figure 2.9**.

Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier concassage calcaire

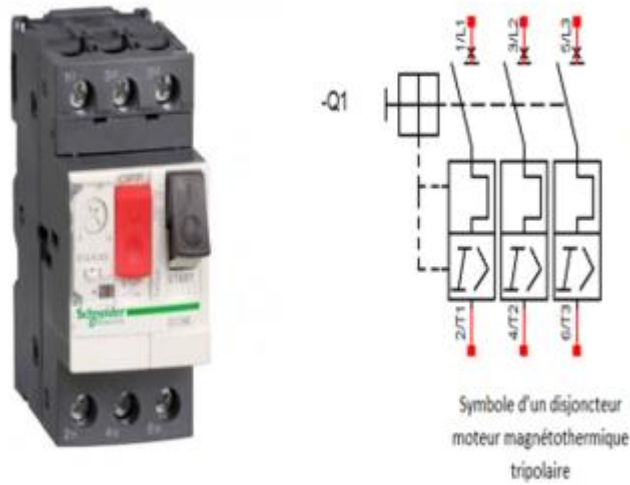


Figure 2.9-Disjoncteur moteur (Schneider) et son symbole électrique.

- Contacteur

Un contacteur est un appareil électrotechnique destiné à établir ou interrompre le passage du courant à partir d'une commande électrique. Il permet de fermer ou ouvrir un circuit électrique de puissance en charge et à distance, voir **Figure 2.10** [6].

Lorsque la bobine du contacteur est alimentée, les contacts de la partie puissance et ceux de la partie commande changent d'état simultanément. L'ouverture et la fermeture des contacts s'effectuent grâce à un circuit électromagnétique [10]. Voir **Annexe B.5**

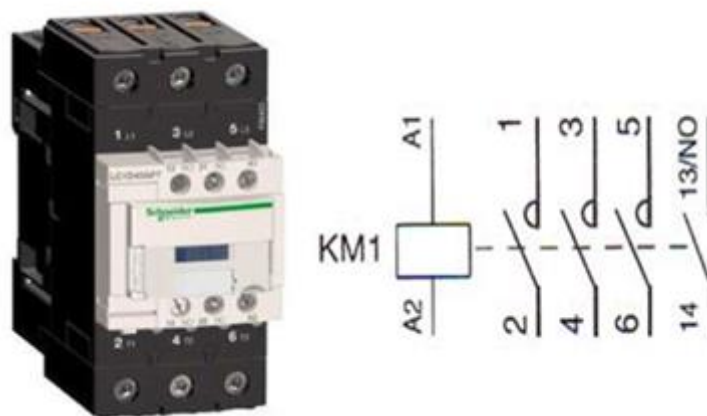


Figure 2.10–Contacteur (Schneider) et son symbole graphique.

Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier concassage calcaire

- **Variateur de vitesse**

Le variateur de vitesse, appelé aussi variateur de fréquence, est un appareil électronique qui permet de contrôler la vitesse et le sens de rotation des moteurs à courant alternatif ainsi que les couples et les puissances qu'ils développent. Les grandeurs sur lesquelles agissent les variateurs sont la fréquence et la tension d'alimentation des moteurs. L'utilisation des variateurs de vitesse permet aussi de réduire la consommation de l'énergie électrique et de réaliser des démarrages et arrêts en douceur.

Les variateurs peuvent être configurés, ajustés et commandés soit directement à partir de leurs pupitres de commande, soit à partir d'un terminal de programmation à travers un port de communication.

Au niveau de l'atelier de concassage calcaire, les deux moteurs électriques (M1, M2) de l'ATM sont commandés par des variateurs SIMOVERT MASTERDRIVES [11] de la marque SIEMENS illustré dans **Figure 2.11** et **Figure 2.12**, voir **Annexe B.6 /B.7**.



Figure 2.11–Variateur de vitesse SIMOVERT MASTERDRIVES (Siemens).

Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier concassage calcaire



Figure 2.12–Variateurs de vitesse (maître, esclave) de l'atelier.

- Cellule MCset

Au niveau de l'atelier de concassage calcaire, les deux moteurs électriques de moyenne tension du concasseur sont équipés d'une cellule MCset de marque Schneider représenté dans la **Figure 2.13**.

La cellule « **MCset** » est un appareillage sous enveloppe métallique pour des installations d'intérieur assurant le maximum de sécurité pour les opérateurs. Destiné à satisfaire la totalité des besoins de la distribution électrique de 1 à 24 kV, il intègre un ensemble de solutions novatrices conçues à partir de techniques éprouvées [12], voir **Annexe B.8**.

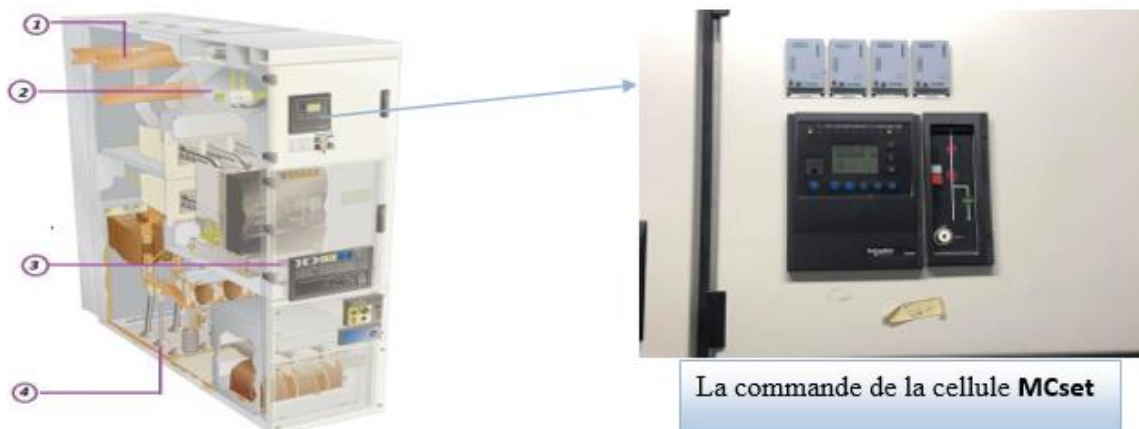


Figure 2.13–Cellule MCset (Schneider).

Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier concassage calcaire

- 1) Compartiment jeu de barres : Cette partie réalise la connexion entre les cellules d'un tableau en utilisant un jeu de barres.
- 2) Caisson basse tension : Cette partie comprend : la *Sepam*¹, les composants basses tensions, et le module de diagnostic thermique.
- 3) Compartiment appareillage : Cette partie rassemble les dispositifs de protection moyenne tension : appareils de coupure vide ou SF6 (disjoncteurs, contacteur-fusibles), dispositif de propulsion par manivelle pour embrochage /débrochage, verrouillage pour ancrer la partie mobile.
- 4) Compartiment câbles situé dans la partie inférieure de la cellule, ce compartiment intègre le sectionneur de mise à la terre, les capteurs de courant (type tores BT, transformateurs magnétiques ou amagnétiques) ainsi que les transformateurs de tension.

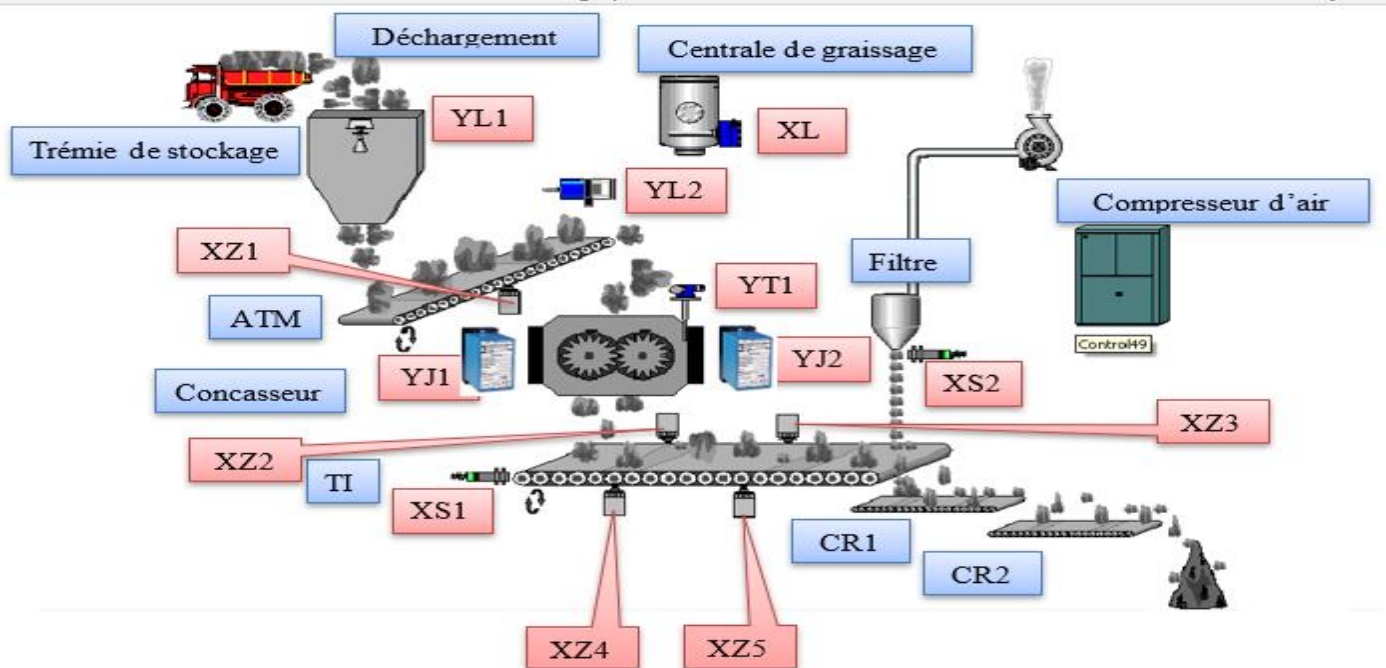
c. Capteurs

Un capteur est un appareil capable de détecter une information (phénomène) physique dans l'environnement (présence d'objet, chaleur, lumière, bruit ...) et de la retransmettre sous forme signal (généralement un signal électrique) [6].

Les capteurs utilisés par la société dans l'atelier du concassage sont des capteurs TOR (inductif, capacitif, lumineux) et des capteurs analogiques comme représenté dans la **Figure 2.14**.

¹ Unité de protection et de contrôle commande.

Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier concassage calcaire



YL1	Capteur de niveau à radar	YT	Sonde de température
YL2	Capteur de niveau avec barrière	YJ1	Transducteur de mesure de puissance
XL	Détecteur de niveau capacitif	YJ2	
XZ1	Détecteur interrupteur fin de course	XS1	Détecteur de proximité inductif
XZ2		XS2	
XZ3			
XZ4			
XZ5			

Figure 2.14– Emplacement des capteurs dans le processus.

- **Capteur fin de course**

Ce capteur est un capteur électromécanique de position déclenchable par un contact direct à sortie 24V DC, appelé aussi interrupteur de position, On distingue deux types (NO, NF), il est employé dans les systèmes automatisés pour assurer la fonction de détection des positions (**Figure 2.15**) [6]. Voir **Annexe B.9**

Il y a cinq interrupteurs de fin de course utilisés comme de contrôleurs de déportement bande dans l'atelier concassage calcaire ; le premier (XZ1) pour l'ATM, et les autres (XZ2, XZ3, XZ4, XZ5) pour le tapis transporteur intermédiaire (TI).

Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier concassage calcaire

- Principe de fonctionnement

C'est un commutateur commandé par le déplacement d'un organe de commande (corps d'épreuve). Lorsque le corps d'épreuve est actionné, il ouvre ou ferme (selon leur type) un contact électrique [6].



- Arrêt d'urgence à câble

Les interrupteurs d'arrêt d'urgence à câble comme il est représenté dans la **Figure 2.16** sont essentiels dans les locaux et sur les machines qui sont potentiellement dangereux lors de l'utilisation. L'opérateur peut déclencher l'arrêt en tout point de leur zone de travail [14].



Figure 2.16- Arrêt d'urgence à câble.

Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier concassage calcaire

- Principe fonctionnement

Deux câbles en acier galvanisé de diamètre de quatre (4 mm), avec les anneaux correspondants situés le long du transporteur et des deux côtés. Il permet à l'opérateur d'arrêter le fonctionnement du tapis en cas des défauts.

Ces dispositifs utilisent un câble en acier raccordé à des interrupteurs à verrouillage par traction, de sorte que lorsque l'opérateur tire sur le câble dans une direction quelconque et en n'importe quel point du câble, cela déclenche l'interrupteur qui interrompt l'alimentation de la machine.

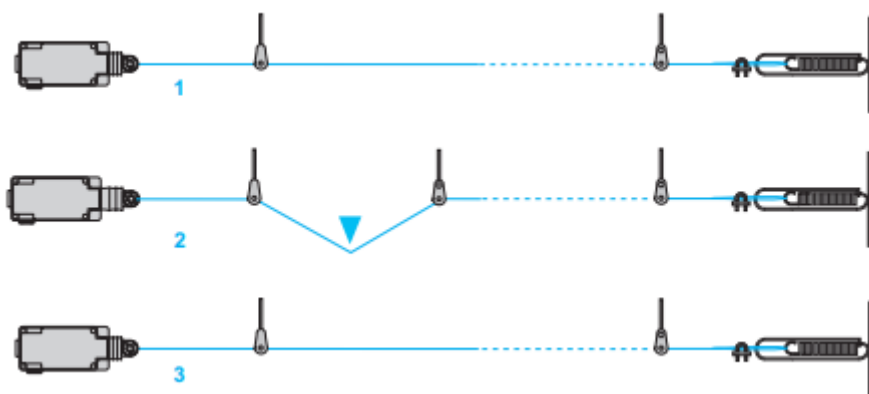


Figure 2.17-schéma du fonctionnement de lâche câble.

- **Détecteur de proximité inductif**

Les capteurs inductifs sont des capteurs produisant un champ magnétique à leurs extrémités qui permettent de détecter n'importe quel objet conducteur situé à une distance dépendante du type de capteur. Si un matériau conducteur se trouve dans la zone d'action du capteur, celui-ci sera automatiquement détecté [15]. Voir **Annexe B.10**

Dans notre processus, le détecteur de proximité inductif a pour rôle de contrôler la rotation du tapis transporteur intermédiaire (XS1), et du sas sous filtre (XS2).

- Principe de fonctionnement

Les capteurs inductifs produisent à l'extrémité de leur tête de détection un champ magnétique oscillant. Ce champ est généré par une self et une capacité montée en parallèle (Figure 2.18) [6].

Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier concassage calcaire

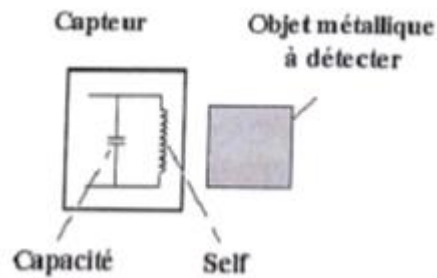


Figure 2.18- Architecture de la partie self.

Lorsqu'un objet métallique pénètre dans ce champ, il y a une perturbation dans ce champ puis atténuation du champ oscillant. Cette variation est exploitée par un amplificateur qui délivre un signal de sortie (Figure 2.19) [6].

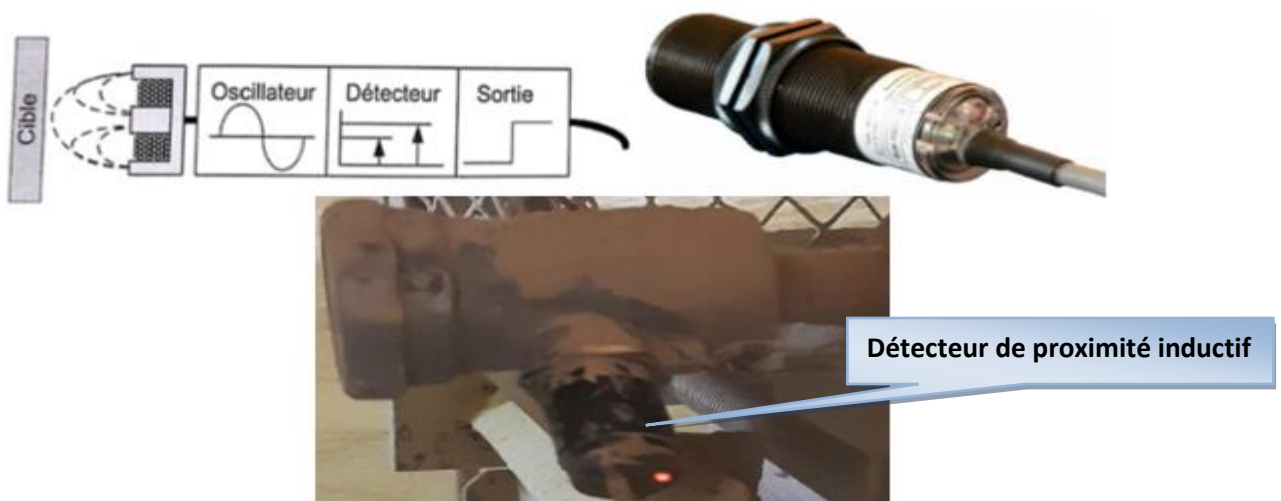


Figure 2.19- Détecteur de proximité inductif.

- **Détecteur de niveau capacitif**

Le détecteur de niveau capacitif (XL) comme illustré dans la Figure 2.20, il est placé dans la centrale de graissage pour détecter le niveau très bas afin de protéger les pompes du danger de la marche à vide.

Le VEGACAP 62 est un détecteur de niveau destiné à l'utilisation dans tous les secteurs industriels. La sonde de mesure partiellement isolée est adaptée à la mesure de produits en

Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier concassage calcaire

vrac et en liquide. La structure mécanique aux qualités éprouvées octroie une haute sécurité de fonctionnement [16].

- Principe de fonction

Le capteur et la cuve forment les deux électrodes d'un condensateur. Une variation de niveau entraîne une variation de la capacité de ce condensateur qui est évaluée par l'électronique intégrée et convertie en un signal de commutation. Le principe capacitif ne pose aucune exigence particulière à l'installation et au Montage [16]. **Annexe B.11**



Figure 2.20- Détecteur de niveau capacitif.

• Capteur de niveau à radar

Le VEGAPULS 68 (YL1) est un capteur à radar pour la mesure de niveau continue des solides en vrac même dans des conditions process difficiles. Il convient à la mesure de niveau dans les silos hauts, grandes trémies, concasseurs et fours (à ou de) fusion. Grâce à ses différents modèles et matériaux, il est la solution optimale pour presque toutes les applications et tous les process, comme représenté dans la **Figure 2.21 [17]**.

- Principe de fonction

Des signaux radar sont émis sous forme de courtes impulsions d'une durée de 1 ns par l'antenne du capteur. Après avoir été réfléchies par la surface du produit, ces impulsions sont réceptionnées à nouveau par l'antenne sous forme d'échos. Le temps de propagation des impulsions radar est directement proportionnel à la distance entre capteur et produit et

Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier concassage calcaire

donc à la hauteur de remplissage. La hauteur remplissage ainsi déterminée est convertie en un signal de sortie adéquat puis convertie en valeur de mesure [17]. **Annexe B.12**



Figure 2.21-Capteur de niveau à radar.

- **Capteur Sonde de température**

Il est possible de mesurer la température de plusieurs façons différentes qui se distinguent par le coût des équipements et la précision ainsi que le temps de réponse.

Les types les plus courants sont les sondes métalliques (les RTD) [6].

La sonde Pt 100 (YT) représenté dans **Figure 2.22** est un capteur de température qui est utilisé dans le domaine industriel (agroalimentaire, chimie, raffinerie...). Ce capteur est constitué d'une résistance en Platine. La valeur initiale du Pt100 est de 100 ohms correspondants à une température de 0°C, avec une précision de +/-0.3°[18].

Au niveau de l'atelier, on a utilisé les sondes de température PT100 (YT) pour contrôler la température de moteur du concasseur afin d'éviter la surchauffe du moteur.

- **Principe de fonction**

Les RTD fonctionnent sur le principe des variations de la résistance électrique des métaux purs en fonctions de la température. Concrètement, une fois chauffée, la résistance du métal augmente et inversement une fois refroidie, elle diminue [6].

Tous les métaux voient leur résistance varier avec la température mais seulement quelques-uns sont utilisés comme capteur, les quatre plus utilisés sont le platine, le tungstène, le nickel et le cuivre, en raison de ses précisions, linéarités et stabilités [6]. **Annexe B.13**

Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier concassage calcaire



Figure 2.22-Sonde de température PT100.

- **Capteur de niveau avec Barrière à micro-ondes**

Le capteur de niveau avec Barrière à micro-ondes représenté dans la **Figure 2.23** est composé d'un émetteur, d'un récepteur et d'un transmetteur à sortie 4-20 mA, il est placé à l'extrémité de l'ATM (YL2) afin de contrôler le niveau des roches calcaire et d'arrêter l'ATM immédiatement si une grosse roche la traverse pour protéger le concasseur.

- **Principe de fonctionnement :**

Les barrières à micro-ondes sont utilisées pour détecter tous les types de solide en vrac à l'aide de micro-ondes (principe transmetteur/récepteur) comme illustré sur la **Figure 2.23**. La détection des mouvements de solides (présent / non présent) se base sur les micro-ondes [19], voir **Annexe B.14**.

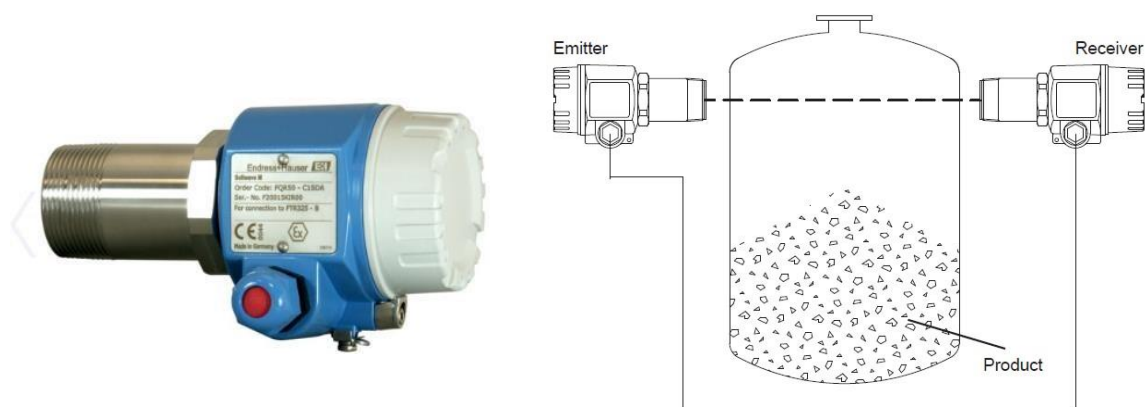


Figure 2.23–Capteur de niveau avec Barrière à micro-ondes.

Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier concassage calcaire

- **Transducteur de mesure de puissance**

Il s'avère nécessaire de contrôler la puissance des moteurs du concasseur, pour cela ce dernier est doté de deux transducteurs de puissance (YJ1, YJ2) à sortie 4-20 mA.

Le transducteur de puissance illustré dans la **Figure 2.24** mesure le courant, le voltage et l'angle de phase et calcule la puissance d'entrée ou de sortie d'une machine ou d'un générateur. Le transducteur de puissance traite de manière interne cette valeur mesurée et la met à la disposition d'autres dispositifs comme signal de tension analogique ou signal de courant [20], voir **Annexe B.15**.



Figure 2.24– Transducteur de mesure de puissance.

2.2.2-Partie Commande

Cette partie est devisée en deux branches :

- Hardware.
- Software.

a. Hardware

Un API est un dispositif électronique programmable destiné à automatiser des processus tels que la commande de machines au sein d'une usine et à piloter des robots industriels par exemple.

Les caractéristiques principales d'un automate programmable industriel se présentent sous la forme d'un ou plusieurs **Coffret, rack, baie** ou **cartes**. Parmi ses caractéristiques :

- Compact ou modulaire.
- Tension d'alimentation.

Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier concassage calcaire

- Taille de mémoire du sauvegarde (EPROM, EEPROM, pile, ...).
- Nombre d'entrées / sorties.
- Modules complémentaires (analogique, communication,).
- Langage de programmation.

Chaque module d'entrée/sortie comporte un bornier de raccordement et un ensemble des LEDs pour visualiser l'état logique de chaque voie.

❖ S7-400

Le S7-400 est une plate-forme d'automatisation pour les solutions système qui se concentre sur l'ingénierie des procédés et se caractérise principalement par sa modularité et ses réserves de performances représentées dans la **Figure 2.25** et **Figure 2.26**



Figure 2.25-Vue sur l'automate s7-400.



Figure 2.26-Automate s7-400 associé dans la carrière.

Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier concassage calcaire

Le système d'automatisation S7-400 est de conception modulaire. Il dispose d'une gamme complète de modules qui peuvent être combinés individuellement. [21]

Un système comprend les éléments suivants comme représenté dans la **Figure2.27** :

- Module d'alimentation (PS) :
pour connecter le SIMATIC S7-400 à une tension d'alimentation de 120/230 V AC ou 24 V DC.
- La CPU permet de lire les états des signaux, exécuter le programme utilisateur et commander les sorties ainsi qu'alimenter le bus de fond de panier du s7-400 en 5V.
- Modules de signaux (SM) pour entrée/sortie numérique (DI/DO) et analogique (AI/AO)
- Processeurs de communication (CP), p. ex. pour liaisons bus et liaisons point à point
- Modules de fonction (FM) :
ils ont spécialisés pour les tâches exigeantes telles que le comptage, le positionnement et la commande de came.

Les éléments suivants peuvent également être utilisés en fonction des besoins :

- Modules d'interface (IM) :
Pour connecter des contrôleurs centraux et des unités d'extension. Le contrôleur central du SIMATIC S7-400 peut être exploité avec jusqu'à 21 unités d'extension.

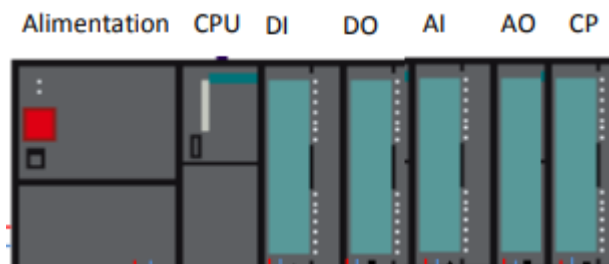


Figure2.27-Les différentes composants d'un API. [21]

❖ ET 200M

L'ET 200M est un dispositif de communication décentralisé de conception modulaire, il est considéré comme une station unités E/S pour une cabine de control d'une grande

Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier concassage calcaire

densité d'applications. il peut être configuré avec 8 modules d'entrées/sorties, [21] voir **Figure 2.28**.



Figure 2.28-Vue de ET 200M. [21]

Le ET 200M utilise le PROFIBUS ou bien le PROFINET pour communiquer avec d'autres périphériques ET200M dans la zone, ou bien avec l'automate utilisé pour la commande (S7-400 ou S7-300), voir **Figure 2.29**.

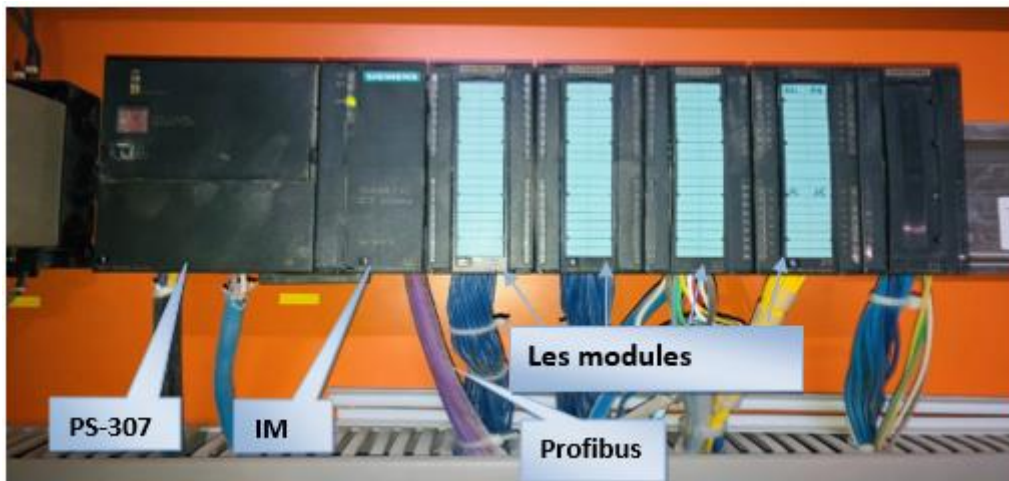


Figure 2.29-ET200M associé dans la carrière.

❖ PROFIBUS

PROFIBUS supporte l'échange de données entre des appareils des niveaux cellule et terrain et des systèmes situés à un niveau supérieur. PROFIBUS se décline en diverses versions pour différentes applications, par exemple :

- **PROFIBUS PA** : fournit aux capteurs et actionneurs des signaux et de l'énergie via le même câble. [22]
- **PROFIBUS DP** : offre une communication rapide avec des appareils intelligents rattachés à la périphérie décentralisée. [22]

Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier concassage calcaire

PROFIBUS DP est un profil de communication PROFIBUS. Il est optimisé pour la transmission rapide de données à temps critique au niveau du terrain. PROFIBUS est un système multi maître qui assure l'interopérabilité sur un bus commun de plusieurs systèmes d'automatisations, voir **Figure 2.30**.

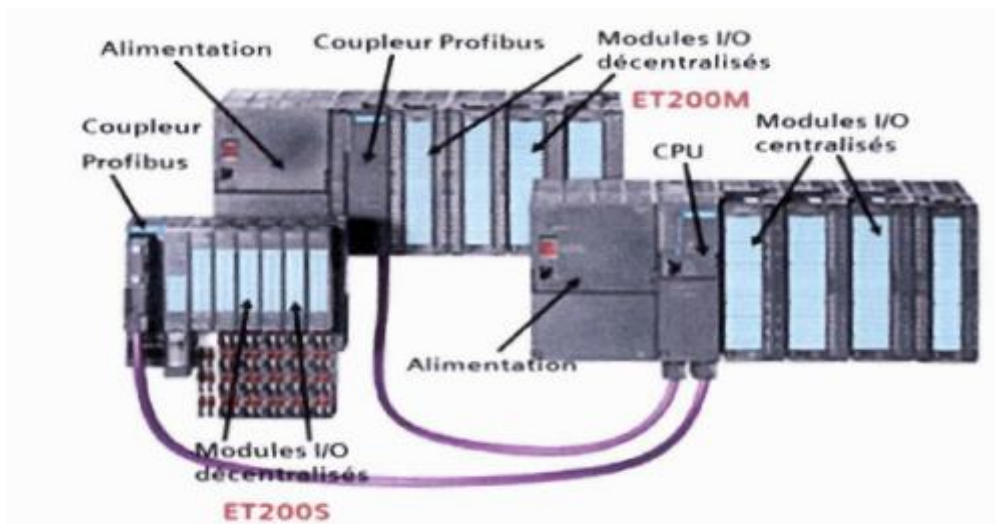


Figure 2.30-Les différents composants d'un ET200M.

b. Software

- **Le pack CEMAT**

Il fait de SIMATIC PCS7 un système de contrôle de procédé capable de répondre à l'ensemble des exigences de l'industrie du ciment. 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. [23]

- **SIMATIC Manager**

Il constitue l'application centrale, en quelque sorte le "cœur" du PCS 7. A partir de là, nous allons ouvrir toutes les autres applications dans lesquelles nous devons effectuer des paramétrages pour le projet PCS 7. SIMATIC Manager et toutes les autres applications sont "reliées" entre-elles, nous pouvons voir tous les blocs que nous avons inséré dans un diagramme CFC (Continuos Function Chart) depuis l'éditeur CFC. Un autre avantage important de cette liaison est mis en évidence lors

Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier concassage calcaire

de la configuration de la station opérateur, nous pouvons facilement accéder à toutes les données que nous avons créés dans SIMATIC Manager et dans les applications correspondantes, lors de la configuration de l'OS (station Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage), nous pouvons visualiser rapidement et facilement un point de mesure dans un diagramme CFC [23].

- **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, voir **Figure 2.31** [23].

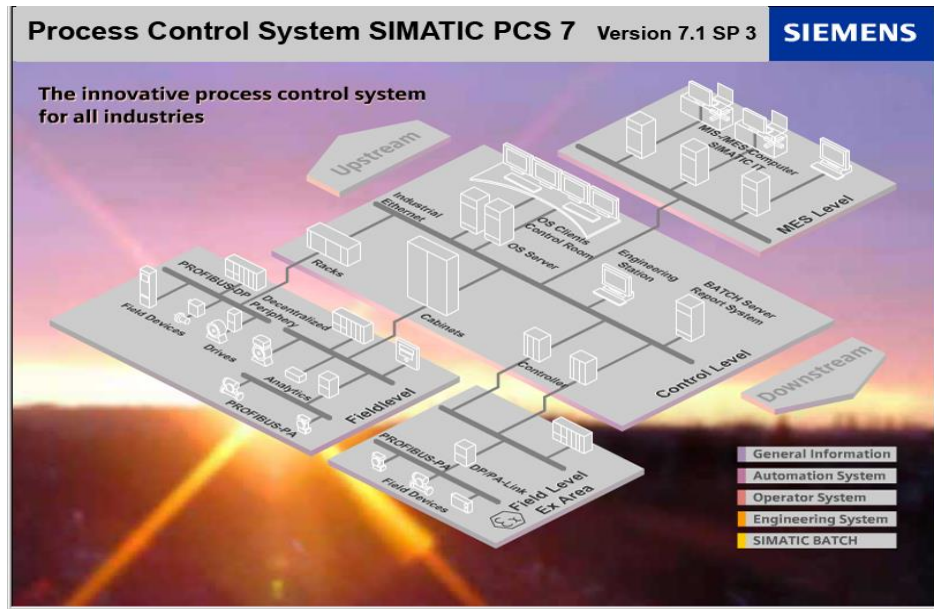


Figure 2.31-SIMATIC PCS 7 architectures.

Un projet PCS7 est constitué des objets suivants :

- **SIMATIC Manager** : portail d'accès à toutes les autres applications utilisées pour créer un projet PCS7. [24]
- **Vue technologique** : Elle représente la structure hiérarchique exacte de notre installation. Nous pouvons diviser de manière claire notre installation en installations partielles et voir quels diagrammes ou quels synoptiques appartiennent à quelle installation partielle, [24] voir **Figure 2.32**.

Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier concassage calcaire

- **Vue de composants** : Elle représente l'emplacement physique des objets individuels, par exemple des diagrammes et des blocs ou matérielle utilisés comme le CPU ou le module de communication, [24] voir **Figure 2.32**.
- **Vue d'objets de processus** : Elle affiche des détails sur les objets individuels de la vue technologique. Elle convient tout particulièrement lorsque nous souhaitons paramétrer, commenter ou connecter les objets de notre projet, [24] voir **Figure 2.32**.

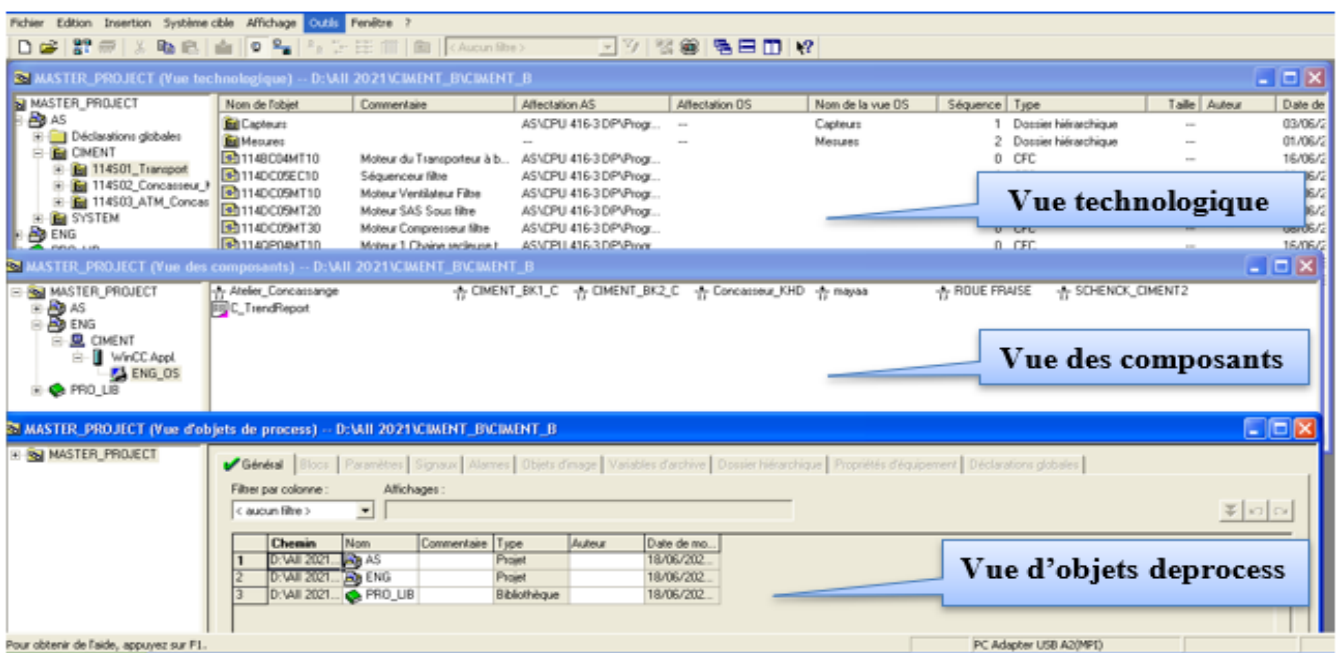


Figure 2.32-différents vues dans SIMATIC Manager.

- **HW configuration** : Configuration de l'ensemble du matériel d'une installation.
- **Editeur CFC et SFC** : Création de diagrammes CFC et de commandes séquentielles. [17].
- **Définition du diagramme CFC**

CFC (Continuos Function Chart) est un éditeur graphique basé sur le logiciel STEP 7. Il permet d'élaborer une architecture logicielle globale pour une CPU à partir des blocs préprogrammés. Pour se faire, les blocs sont insérés dans des diagrammes fonctionnels et interconnectés.

Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier concassage calcaire

- **Description des blocs utilisés dans le programme**

- **Le bloc groupe «C-GROUP »**

Le bloc «C-GROUP » super ordonné pour le démarrage et l'arrêt et pour le contrôle des parties de l'installation technologique groupées (en reliant tout le block qui représente ces équipements). Le module de groupe permet de visualiser les conditions de fonctionnement d'une partie de l'installation, s'affiche SUR l'écran l'état de groupe et un diagnostic de défaut détaillé.[25] Pour plus de détail voire **Annexe C.1.**

- **Le bloc «C_ANNUNC »**

Avec le bloc «C_ANNUNC » on affiche un signal de processus binaire. Le signal d'entrée est comparé avec le signal OKS (une variable d'entrée du bloc C_ANNUNC), en cas de défaut un message d'avertissement est donné (délivré). [25] Pour plus de détail voire **Annexe C.2.**

- **Le bloc moteur « C_DRV_1D »**

Le bloc C_DRV_1D est utilisé pour commander tous les moteurs unidirectionnels dans une cimenterie. [25] Pour plus de détail voire **Annexe C.3.**

- **Le bloc « Interlk »**

Porte logique (AND, OR). [25] Pour plus de détail voire **Annexe C.4**

- **Le bloc «C_MEASUR »**

Le bloc «C_MEASUR » est utilisé pour lire une valeur physique (format real) ou bien pour lire la valeur analogique fournie directement par le module d'entrée analogique. [25] Pour plus de détail voire **Annexe C.5**

- **Le bloc «CH_AI »**

Le bloc CH_AI sert à traiter le signal d'une entrée analogique pour les modules d'entrées analogiques SM de S7-300/400. [25] Pour plus de détail voire **Annexe C.6**

- **Le bloc « CTRL_PID »**

Le bloc CTRL_PID est un régulateur PID continu. Il permet de réaliser la régulation standard suivante :

Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier concassage calcaire

- régulation de maintien.
- régulation en cascade (simple ou multiple).
- régulation de rapport.
- régulation de synchronisme.
- régulation de mélange. [25]

Pour plus de détail voir **Annexe C.7**

- **Le bloc « AFP »**

Générateur d'horloge (signal carré). [25] Pour plus de détail voir **Annexe C.8**

- **Le bloc «C_SELECT »**

Le bloc «C_SELECT » est utilisé pour tous les types de fonction de sélection. La sélection et la désélection doit être effectuées via la station opérateur ou par le biais du programme. L'état du module de sélection peut être visualisé.[25] Pour plus de détail voir **Annexe C.9**

- **Le bloc « TIMER_P »**

Le bloc démarre la temporisation au mode de fonctionnement indiqué par la valeur à l'entrée MODE [25] (voir **Annexe C.10**) :

- Générateur d'impulsions.
- Impulsion prolongée.
- Retard à l'enclenchement.
- Retard à l'enclenchement mémorisé.
- Retard au déclenchement.

-Modes de fonctionnement :

MODE→ Mode de fonctionnement

0→Démarrer temporisation sous forme d'impulsion.

1→Démarrer temporisation sous forme d'impulsion prolongée.

2→Démarrer temporisation sous forme de retard à l'enclenchement.

3 →Démarrer temporisation sous forme de retard à l'enclenchement mémorisé.

4 →Démarrer temporisation sous forme de retard au déclenchement.

Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier concassage calcaire

- **Le bloc « Smooth »**

Ce bloc est utilisé pour les applications suivantes :

- Filtre passe-bas de Butter Worth d'ordre 2 avec détection des valeurs aberrantes [25], (voir **Annexe C.11**).

- **Le bloc « SEL_R »**

En fonction de la valeur de l'entrée sélectionnée K, la valeur de l'entrée IN0 (K = 1) ou de l'entrée IN1 (K = 0) sera écrite à la sortie par le bloc.[25] Pour plus de détail voir **Annexe C.12**

- **Le bloc « ADD_R »**

Ce bloc additionne les entrées et écrit la somme à la sortie. [25], Voir **Annexe C.13**

$$OUT = IN1 + IN2$$

- **Le bloc « SUB_R »**

Ce bloc soustrait l'entrée IN2 de l'entrée IN1 et écrit la différence à la sortie. [25] Voir **Annexe C.14**

$$OUT = IN1 - IN2$$

2.3-Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté les différents équipements de l'atelier concassage calcaire et expliqué clairement le principe de fonctionnement de chaque composant (capteurs, actionneurs, pré-actionneurs ...etc.) et sa position dans l'atelier ; et on a présenté aussi l'automate S7-400, ET200M et le logiciel PCS7.

La programmation de l'atelier concassage calcaire et la solution de la problématique exposée sera présentée dans le prochain chapitre.

Chapitre 2 Instrumentation de l'atelier concassage calcaire

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

3.1-Introduction

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

Ce chapitre va aborder la partie la plus importante de notre projet. Cette partie consiste à :

- **Décrire le principe de fonctionnement de l'atelier concassage.**
- **Solution de la problématique exposée.**
- **Etablir le démarrage séquentiel.**
- **Définir les communications utilisées.**
- **Déclarer la partie matérielle et proposer une solution adéquate à la problématique.**
- **Décrire les différentes parties de programme en utilisant les logiciels PCS7/STEP7.**

3.2- Principe de fonctionnement de l'atelier concassage

Le Concasseur KHD contient trois séquences (Séquence (1) : **Transport KHD**, Séquence (2) : **Concasseur KHD** et Séquence (3) : **ATM KHD**) ; asservies entre elles.

Pour démarrer ces séquences, on a trois modes possibles :

- **Mode automatique** où l'opérateur démarre et arrête tous les consommateurs de la séquence par un seul démarrage ou arrêt **START /STOP** du groupe de la séquence.
- **Mode individuel** dans ce mode les consommateurs peuvent être démarrés ou arrêtés individuellement (chaque consommateur contient un bouton **START/STOP**).
- **Mode local** où les consommateurs sont démarrés sur site par des boutons poussoirs **START/STOP**. Voir (**Tableau 3.1**)

Les deux modes local et individuel sont utilisés généralement en cas des pannes ou des tests.

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

- Démarrage automatique des séquences

Séquence	Description	Ordre de marche	Ordre de l'arrêt
114S01	Transport_KHD	1	3
114S02	Concasseur_KHD	2	2
114S03	Alimentateur_KHD	3	1

Tableau 3.1-Chronologie de démarrage des séquences.

Une fois l'opérateur choisit le mode automatique et appuie sur le bouton START du groupe de la séquence (1) ; le système de filtrage démarre et cela par la mise en marche des moteurs M12 (Moteur du ventilateur), M10 (Moteur du compresseur) et M11 (moteur du SAS sous filtre) ; la marche de ce système est conditionnée par la rotation du SAS sous filtre.

Le démarrage du transporteur intermédiaire se fait par la mise sous tension de son moteur associé M7 ; ce moteur est conditionné par la rotation du tapis et la vérification de son non déportement ; Si ces deux conditions ne sont pas vérifiées la séquence (1) est mise à l'arrêt ; sinon les convoyeurs chaines racleuses démarrent (Les moteurs M8, M9).

Si l'opérateur choisit le mode automatique et appuie sur le bouton START du groupe de la séquence (2) ; le concasseur démarre par la mise en marche des moteurs (M5, M6) simultanément.

Si le mode automatique est activé et le bouton START est appuyé du groupe de la séquence (3) ; la lubrification démarre par la mise en marche des deux pompes (M3, M4) ;

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

cette dernière est conditionnée par le niveau de graisse qui doit être supérieur à 10L dans la centrale du graissage.

Le niveau de la trémie de stockage doit être supérieur à 10% et un contrôle permanent du non déportement de l'ATM ainsi que la taille des roches qui ne doit pas dépasser 1 M est réalisé, l'ATM démarre par la mise sous tension des moteurs (M1, M2).

Une fois le niveau de la trémie est égal à 15%, un feu vert est alors allumé afin d'autoriser son remplissage, dans le cas contraire un feu rouge est allumé.

3.3- Solution de la problématique

3.3.1- Problématique exposée

Au niveau de l'ATM de l'atelier de concassage calcaire, un dysfonctionnement et des défaillances répétitives des paliers de réducteur de l'ATM ont été enregistrer. En faisant des mesures et en vérifiant la marche de ce dernier, ils ont constaté que pour la même vitesse des deux moteurs Nord et Sud, ils enregistrent des intensités de différentes (différence importante) courant

Le moteur Sud consomme plus de courant que le moteur Nord.

3.3.2-Mesures effectuées par l'usine

Afin d'identifier l'origine du problème, des mesures de la vitesse du tapis ont été effectuées par l'usine et des calculs ont été fait par les mécaniciens et plusieurs tests pour trouver le problème exact de notre atelier, le **Tableau 3.2** suivant résume les mesures fait par l'équipe des mécaniciens :

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

	Puissance (Kw)	Consigne fréquence (Hz)	Vitesse sortie moteur (Tr/Min)	Vitesse de sortie réducteur (Tr/Min)	Couple à la sortie (Nm)	Différence du couple des deux moteurs
Moteur 1 – Nord	18	25.75	168.36	0.3717	68426.5	104
Moteur 2 – Sud		25.75	168.73	0.3725	68322.15	
Moteur 1 – Nord	25	49.98	247.66	0.5467	91437.84	113.66
Moteur 2 – Sud		49.98	248.56	0.5487	91324.8	

Tableau 3.2-Mesures effectuées par les l'usine.

3.3.3- Analyse des résultats obtenus et recommandations

On a :

- Rapport de réduction : 1/452.970
- Le couple à une puissance maximale de 34Kw égale à 30 000 Nm. (Voir [Annexe C.16])

On remarque dans le tableau précédent (**Tableau 3.2**) qu'on a une différence en couple remarquable entre les deux moteurs Nord, ce qui donne une consommation de courant différente et importante pour le moteur Sud (le courant est l'image du couple) par contre le moteur Nord est soulagé.

Cette différence est instantanée, mais avec le temps provoquera un déraillement qui mène aux déformations des palettes et blocage mécanique.

Pour pallier au problème cité ci-dessus nous allons :

- ❖ Paramétrer correctement les deux variateurs chacun pour un fonctionnement simple en régulation de courant avec les paramètres correspondants au moteur associé avec les limitations de courant ou de couple.

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

- ❖ Mettre en place dans l'automate de commande des deux variateurs la régulation de vitesse en fonction de courant avec une sortie directe pour le moteur Nord et sortie corrigée par l'erreur entre eux pour le moteur Sud.

3.4-Démarrage séquentiel

3.4.1-Séquence (1) : Transport_KHD

a. Tableau des consommateurs

Tag	Description	Ordre de marche	Ordre de l'arrêt
114BC04MT10	Transporteur à bande T0 bis	1	6
114QP04MT10	Chaîne racleuse -1-transporteur 114BC04MT10 (T0 bis)	2	5
114QP04MT20	Chaîne racleuse -2-transporteur 114BC04MT10 (T0 bis)	2	5
114DC05MT30	Compresseur filtre	1	4
114DC05MT20	SAS Sous filtre	2	3
114DC05EC10	Séquenceur filtre	3	2
114DC05MT10	Ventilateur filtre	4	1

Tableau 3.3-Tableau des consommateurs de la séquence (1). Voir [Annexe C.15.1]

b. Tableau des capteurs logiques et analogiques

Tag	Description Tag	Description Défaut	Equipement/ Séquence	Type Action	Temps Délai
114BC04XH11	Transporteur à bande T0 bis	Arrêt d'Urgence à	114BC04MT10	ESVG	0s

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

		Câble			
114BC04XH12	Transporteur à bande T0 bis	Arrêt d'Urgence à Câble	114BC04MT10	ESVG	0s
114BC04XS11	Transporteur à bande T0 bis	Contrôleur de Rotation	114BC04MT10	EDRW	5s
114BC04XZ11	Transporteur à bande T0 bis	Déport Bande	114BC04MT10	ESVA	5s
114BC04XZ12	Transporteur à bande T0 bis	Déport Bande	114BC04MT10	ESVA	5s
114BC04XZ13	Transporteur à bande T0 bis	Déport Bande	114BC04MT10	ESVA	5s
114BC04XZ14	Transporteur à bande T0 bis	Déport Bande	114BC04MT10	ESVA	5s
114DC05XS11	SAS Sous filtre	Contrôleur de Rotation	114DC05MT20	EDRW	5s

Tableau 3.4-Tableau des capteurs logiques et analogiques de la séquence (1). Voir [Annexe C.15.1]

c. Description du mode opératoire

- Démarrage Séquence et description de la marche
 - Transporteur à bande : 114BC04MT10 (T0 bis)
 - Démarre si :
Transporteur 115BC01MT10 (T2bis) est en marche.
 - S'arrête si :
Transporteur 115BC01MT10 (T2bis) de la séquence 115S01 est arrêté.
 - Chaîne racleuse transporteur BC04 (T0 bis) : 114QP04MT10
 - Démarre si :
Transporteur à bande 114BC04MT10 (T0 bis) est en marche.
 - S'arrête si :
Transporteur à bande 114BC04MT10 (T0 bis) est arrêté.

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

- Chaîne racleuse transporteur BC04 (T0 bis): 114QP04MT20
 - Démarre si :
Transporteur à bande 114BC04MT10 (T0 bis) est en marche.
 - S'arrête si :
Transporteur à bande 114BC04MT10 (T0 bis) est arrêté.
- SAS Sous filtre : 114DC05MT20
 - Démarre si :
Transporteur à bande 114BC04MT10 (T0 bis) est en marche.
 - S'arrête si :
La séquence s'arrête.
- Compresseur filtre : 114DC05MT30
 - Démarre si :
La séquence démarre.
 - S'arrête si :
Le séquenceur filtre 114DC05EC10 est à l'arrêt depuis 5 minutes.
OU
La séquence s'arrête.
- Séquenceur filtre : 114DC05EC10
 - Démarre si :
Le compresseur filtre 114DC05MT30 est en marche.
ET
Le sas sous filtre 114DC05MT20 est en marche.
 - S'arrête si :
Le compresseur filtre 114DC05MT30 est arrêté.
OU
Le sas sous filtre 114DC05MT20 est arrêté depuis 2 minutes.
- Ventilateur filtre : 114DC05MT10
 - Démarre si :

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

Séquenceur filtre 114DC05EC10 est en marche.

- S'arrête si :

Séquenceur filtre 114DC05EC10 est arrêté.

- Arrêt de la Séquence

L'arrêt des équipements est dans l'ordre inverse du sens de démarrage.

3.4.2-Séquence (2) : Concasseur_KHD

a. Tableau des consommateurs

Tag	Description	Ordre de marche	Ordre de l'arrêt
114CR03MT10	Moteur -1-Concasseur	1	1
114CR03MT20	Moteur -2- Concasseur	1	1
114CR03HT10	Chauffage moteur -1-concasseur	/	/
114CR03HT20	Chauffage moteur -2-concasseur	/	/

Tableau 3.5-Tableau des consommateurs de la séquence (2). Voir [Annexe C.15.2]

b. Tableau des capteurs logiques et analogiques

Moteur 1 Concasseur KHD -114CR03MT10-				
Tag	Description Tag	Description Défaut	Equipement/ Séquence	Type Action
114CR03XT11	Palier Concasseur 110CR03MT10	Température haute	114CR03MT10	ESVG

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

114CR03XT12	Palier Concasseur 110CR03MT10	Température haute	114CR03MT10	ESVG
114CR03XT13	Moteur Concasseur 110CR03MT10	Température haute	114CR03MT10	ESVG
114CR03XT14	Moteur Concasseur 110CR03MT10	Température haute	114CR03MT10	ESVG
114CR03YJ11	Puissance Moteur1 Concasseur KHD	Haut/Très Haut	114CR03MT10	ESVG

Moteur 2 Concasseur KHD -114CR03MT20-

Tag	Description Tag	Description Défaut	Equipement/ Séquence	Type Action
114CR03XT21	Palier Concasseur 110CR03MT10	Température haute	114CR03MT10	ESVG
114CR03XT22	Palier Concasseur 110CR03MT10	Température haute	114CR03MT10	ESVG
114CR03XT23	Moteur Concasseur 110CR03MT10	Température haute	114CR03MT10	ESVG
114CR03XT24	Moteur Concasseur 110CR03MT10	Température haute	114CR03MT10	ESVG
114CR03YJ21	Puissance Moteur1 Concasseur KHD	Haut/Très Haut	114CR03MT10	ESVG

Tableau 3.6-Tableau des capteurs logiques et analogiques de la séquence (2). Voir [Annexe C.15.2]

c. Description du mode opératoire

- Démarrage Séquence et description de la marche

➤ Moteur 1 Concasseur : 114CR03MT10

- Démarre si :
La séquence démarre.

ET

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

Moteur 2 Concasseur 114CR03MT20 démarre.

- S'arrête si :

La séquence s'arrête.

OU

Moteur 2 Concasseur 114CR03MT20 s'arrête.

➤ Moteur 2 Concasseur : 114CR03MT20

- Démarre si :

La séquence démarre.

ET

Moteur 1 Concasseur 114CR03MT10 démarre.

- S'arrête si :

La séquence s'arrête.

OU

Moteur 1 Concasseur 114CR03MT10 s'arrête.

➤ Chauffage moteur -1-concasseur : 14CR03HT10

- Démarre si :

Moteur 1 Concasseur 114CR03MT10 est arrêté.

- S'arrête si :

Moteur 1 Concasseur 114CR03MT10 est en marche.

➤ Chauffage moteur -2-concasseur : 14CR03HT20

- Démarre si :

Moteur 1 Concasseur 114CR03MT20 est arrêté.

- S'arrête si :

La séquence démarre.

OU

Moteur 1 Concasseur 114CR03MT20 est en marche.

- Arrêt de la Séquence

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

L'arrêt des équipements est dans l'ordre inverse du sens de démarrage.

3.4.3-Séquence (3) : Alimentateur_KHD

a. Tableau des consommateurs

Tag	Description	Ordre de Marche	Ordre de l'arrêt
114LU08MT10	Pompe-1- lubrification ATM	1	2
114LU09MT10	Pompe-2- lubrification ATM	1	2
114AF02VS10	Alimentateur à Tablier Métallique	2	1
114AF02EC10	Centrale de graissage ATM	1	2

Tableau 3.7-Tableau des consommateurs de la séquence (3). Voir [Annexe C.15.3]

b. Tableau des capteurs logiques et analogiques

Tag	Description Tag	Description Défaut	Equipement/ Séquence	Type d'action
Alimentateur à Tablier Métallique 114AF02				
114AF02YJ11	Mesure de puissance du moteur ATM	Haut	/	/
114AF02XZ11	Alimentateur à Tablier Métallique	capteur chaine	114AF02VS10	ESVG
114AF02YS11	Moteur Maître	Mesure vitesse	114AF02MT10	/
114AF02YS21	Moteur Esclave	Mesure vitesse	114AF02MT20	/
114AF02YI11	Moteur Maître	Mesure courant	114AF02MT10	/

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

114AF02YL21	Moteur Esclave	Mesure courant	114AF02MT20	/
Trémie Calcaire alimentation concasseur KHD 114HO01				
114HO01YL11	Mesure de niveau continu trémie camion	/	/	/
114AF02XL11	Alimentateur à Tablier Métallique	Bourrage	114AF02MT10	EBVG
114HO01XL12	Trémie camion	Niveau bas	114AF02MT10	ESVG
114HO01XL13	Trémie camion	Niveau bas	114AF02MT10	

Tableau 3.8-Tableau des capteurs logiques et analogiques de la séquence (3). Voir [Annexe C.15.3]

c. Description du mode opératoire

- Démarrage Séquence et description de la marche
 - Pompe -1- lubrification ATM : 114LU08MT10
 - Démarre si :
La séquence démarre.
 - S'arrête si :
La séquence est arrêtée.
 - Pompe -2- lubrification ATM : 114LU09MT10
 - Démarre si :
La séquence démarre.
 - S'arrête si :
La séquence est arrêtée.
 - Alimentateur à Tablier Métallique : 114AF02MT10
 - Démarre si :

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

Transporteur à bande 114BC04MT10 (T0 bis) est en marche.

ET

Moteur- 1- Concasseur 114CR03MT10 est en marche.

ET

Moteur- 2- Concasseur 114CR03MT20 est en marche.

ET

Pompe-1-lubrification ATM 114LU08MT10 est en marche.

ET

Pompe- 2- lubrification ATM 114LU09MT10 est en marche.

ET

Centrale de graissage ATM 114AF02EC10 est en marche.

- S'arrête si :

Transporteur à bande 114BC04MT10 (T0 bis) est arrêté.

OU

Moteur -1- Concasseur 114CR03MT10 est arrêté.

OU

Moteur- 2- Concasseur 114CR03MT20 est arrêté.

OU

Pompe- 1- lubrification ATM 114LU08MT10 est arrêtée.

OU

Pompe- 2- lubrification ATM 114LU09MT10 est arrêtée.

OU

Centrale graissage ATM est arrêtée depuis 08 heures.

- Arrêt de la Séquence

L'arrêt des équipements est dans l'ordre inverse du sens de démarrage.

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

3.5-Choix de matériels

3.5.1-Analyse du réseau industriel de société SCMI

Il existe deux niveaux dans le réseau industriel de la société SCMI qui sont :

- Niveau (1) : Atelier.
 - Niveau (2) : Usine.
- a. **Niveau (1)** : Ce niveau est composé des stations de périphérique décentralisées ET200, des variateurs de vitesse SIMOVERT de SIMENS et des cellules MCset.
- b. **Niveau (2)** : Ce niveau est composé des automates programmables maîtres S7-400, des stations opérateurs, des stations ingénieurs et des serveurs. Les S7-400 communiquent avec leurs esclaves du premier niveau via Profibus et avec leurs stations ingénieurs et serveurs par le réseau Ethernet. [1]

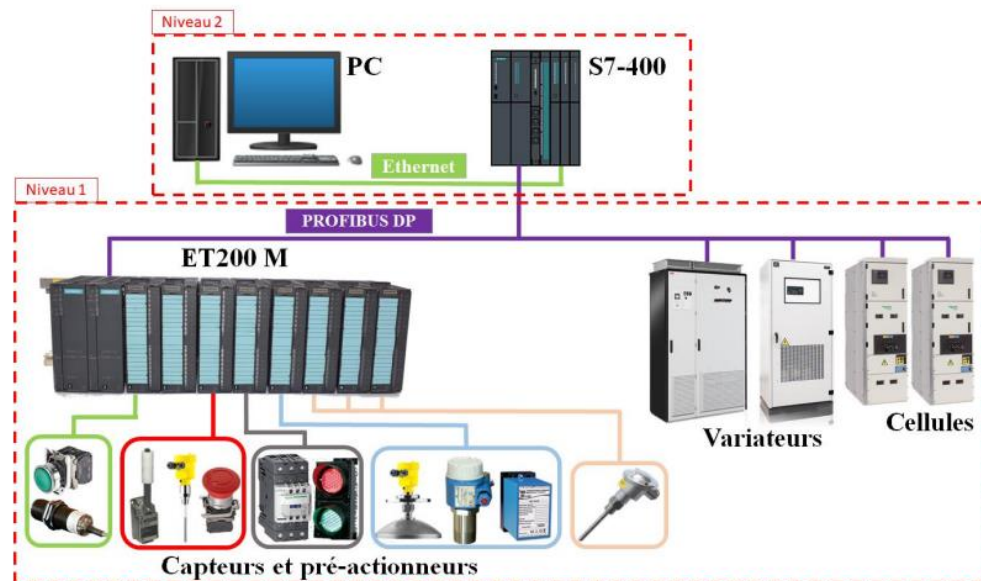


Figure 3.1- Architecture réseau de l'atelier concassage calcaire. [1]

Dans notre atelier, on a un mono poste qui est ingénieur, opérateur et serveur au même temps.

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

3.5.2-Choix de l'automate programmable industriel (S7-400)

Le choix d'un automate programmable industriel doit tenir compte de certains critères :

- Nombre d'entrées /sorties et la nature de ces derniers (numérique, analogique...etc.).
- Le type de processeur : taille mémoire, vitesse de traitement et les fonctions spéciales, les fonctions de communication (PROFIBUS, PROFINET...etc.).
- La fiabilité, la robustesse, l'immunité aux parasites, la qualité du service après-vente, le critère de familiarité, le coût et la disponibilité.

Afin de commander l'atelier de concassage calcaire, la SCMI utilise le S7-400 CPU 416-3DP qui est un automate de haute performance destiné à des applications de milieu et haute gamme.

Lorsque les distances entre les entrées/sorties et l'automate programmable sont grandes, le câblage peut devenir très compliqué et peu clair, et des perturbations électromagnétiques peuvent affecter la fiabilité. Pour cela la société SCMI utilise des stations de périphérie décentralisées de type ET200 M.

3.6-Choix du logiciel

Le logiciel choisis pour la programmation de l'atelier concassage calcaire est le PCS7. Grâce à sa bibliothèque CEMAT, à son architecture moderne qui facilite le diagnostic et à ses bases idéales pour avoir des solutions économiques et prénnes dans le monde industriel du ciment.

3.6.1-Création d'un nouveau projet ET des bibliothèques nécessaires

Pour la création d'un nouveau projet on suit les étapes suivantes :

- a. Lancer SIMATIC MANAGER
- b. Créer un nouveau projet
- c. Donner un nom au projet (PFE_Test_2021)
- d. Sélectionner multi-projet

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

- e. Choisir un répertoire (cliquer sur parcourir et sélectionner le dossier et confirmer par OK) ; voir **Figure 3.2**

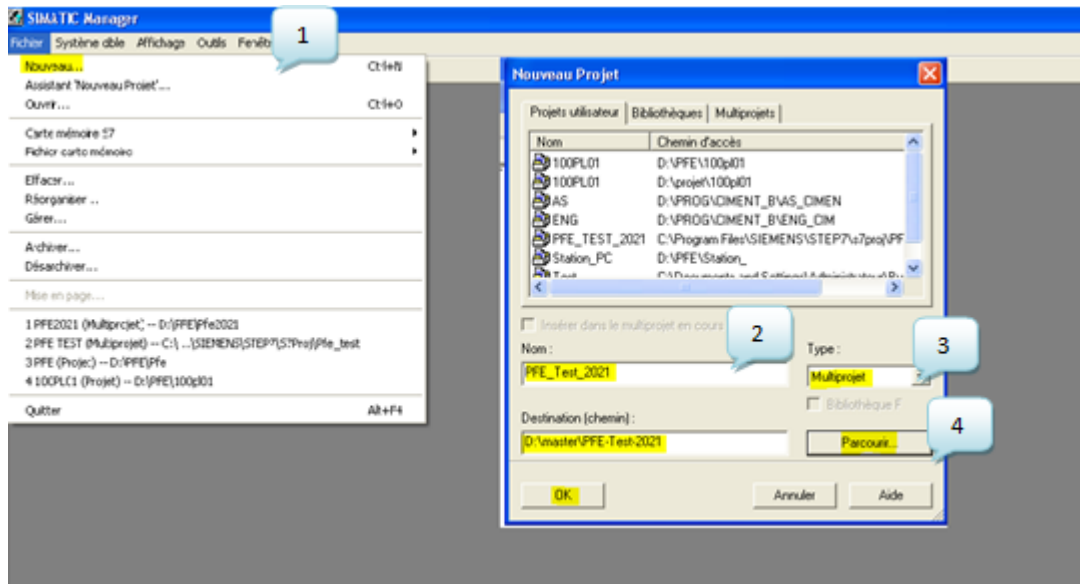


Figure 3.2- Création d'un nouveau projet [27] :

Pour la création de la bibliothèque, il faut suivre les étapes suivantes :

- Sélectionner le multi projet PFE_Test_2021.
- Cliquer sur le bouton droit de la souris et créer dans le multi projet.
- Donner un nom à la bibliothèque et définir le type (bibliothèque).
- Choisir un répertoire (cliquer sur parcourir et sélectionner le dossier et confirmer par OK) ; voir **Figure 3.3**

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

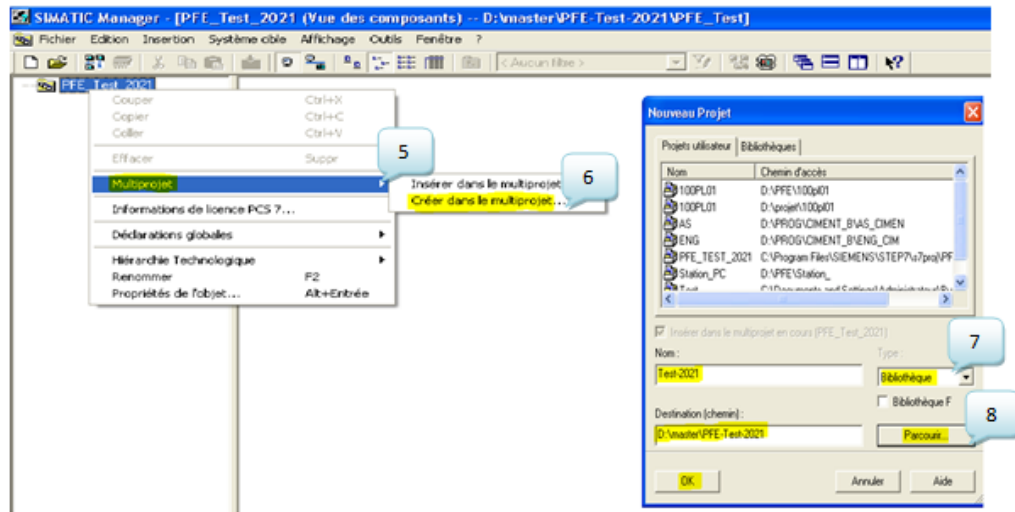


Figure 3.3- Création de la bibliothèque.

Une fois que les projets sont créés et la langue d'affichage est choisie, nous devons créer les stations AS et OS selon la configuration de matériel de notre usine. Nouvelles AS/OS peuvent être créées dans la vue des composants du SIMATIC MANAGER à l'aide du bouton droit de la souris pour insérer un nouvel objet (STATION SIMATIC 400 et STATION SIMATIC PC). Voir **Figure 3.4**

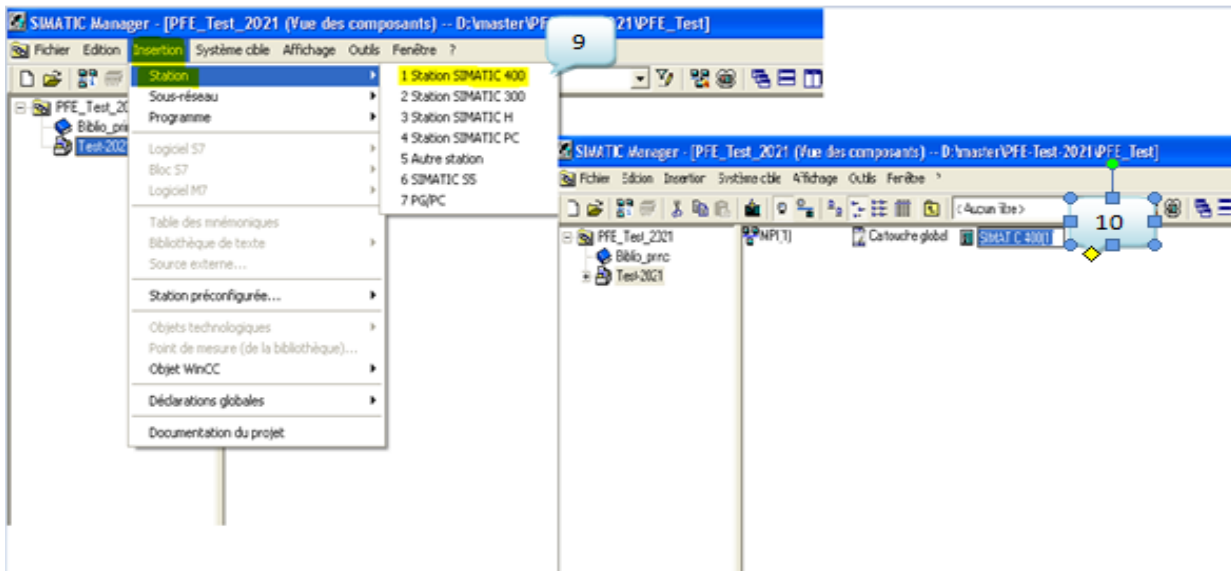


Figure 3.4- Création des stations AS et OS.

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

3.6.2-Configuration matérielle

Après la création d'un nouveau multi projet et l'insertion des stations, on passe à la configuration du matériel. Pour cela on suit les étapes suivantes :

- Sélectionner le multi projet « PFE_Test_2021 ».
- Ouvrir **Matériels** dans la visu à droite (en double cliquant).
- La fenêtre suivante s'ouvre qui va montrer les arrangements du matériel (PS, CPU, CP...etc.) dans la configuration de matériel pour un CEMAT_ AS. Voir **Figure 3.5**

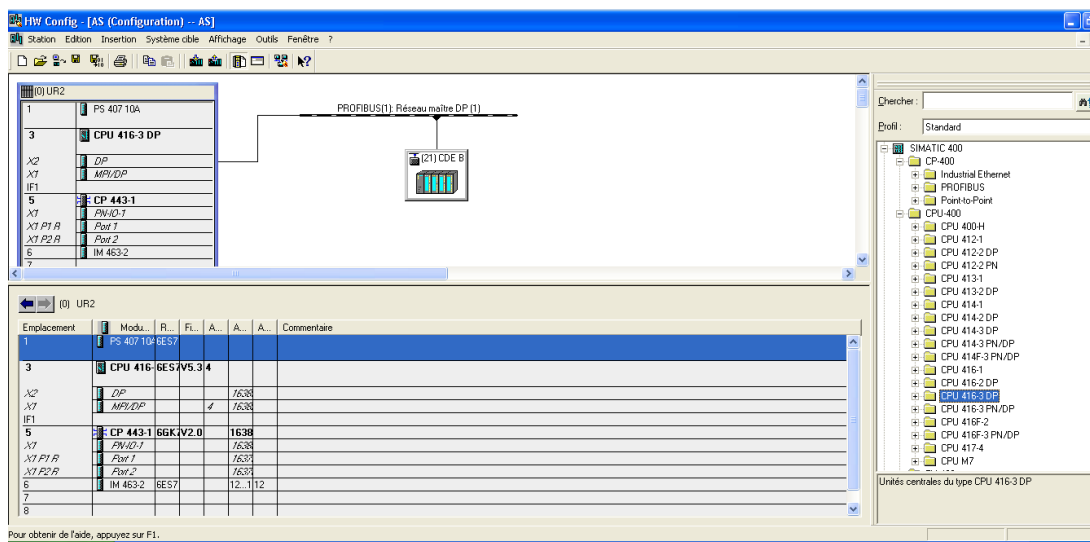


Figure 3.5- Fenêtre HW Configuration.

Après on insère le matériel situé dans le cahier de charge :

- Sélectionner dans le catalogue le répertoire SIMATIC 400.
- Choisir l'alimentation PS0
- La CPU
- La carte CP. Voir **Figure 3.6**

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

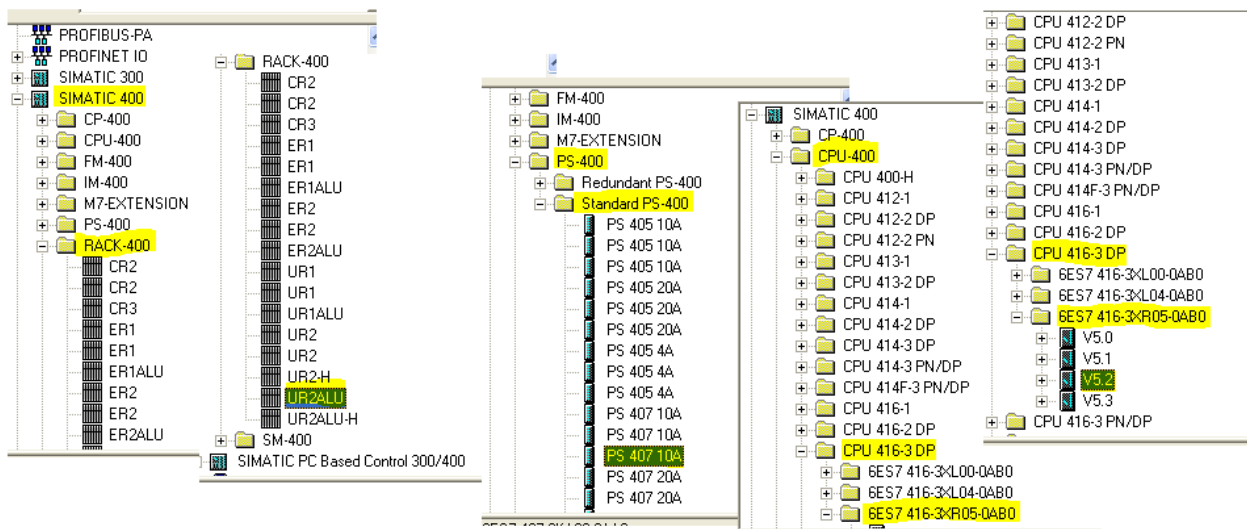


Figure 3.6- Configuration matériels.

a. L'unité de traitement CPU

Au niveau de l'unité centrale de traitement (CPU) s'exécute deux programmes différents le système d'exploitation qui organise toutes les fonctions et procédures dans la CPU et un programme utilisateur créé par le programmeur. La CPU 416_3 DP montrée dans la Figure 3.7, et dont les caractéristiques sont décrites dans Tableau 3.9 est celle utilisée par la société pour assurer la compatibilité avec CEMAT et PCS7 et pour cette application jugée de plus grande ampleur et exigeant davantage de performance comparée à d'autres gammes d'automates. [21]



Figure 3.7- L'unité de traitement CPU 416_3DP.

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

Référence	6ES7416-3XR05-0AB0
Tension d'alimentation	5 VDC
Courant entrée max sur : bus interne 5VDC interface 5 V DC	1,3 A 90 mA pour chaque interface DP
Puissance dissipée	6w
Interfaces de communication	1 port MPI/PROFIBUS DP 2 ports PROFIBUS DP
Nombre de ressources de liaison	MPI : 44 DP : 32
Mémoire de travail • Intégré • Intégrée (pour programme) • Intégrée (pour données)	11,2 M octet 5,6 M octet 5,6 M octet
Mémoire de chargement • Extensible FEPR0M • Intégrée RAM • Extensible RAM	64 M octet 1 M octet 64 M octet
Vitesse de traitement	0.08µs/bit
Dimension l*h*p (mm)	50×290×219

Tableau 3.9- Caractéristiques de la CPU 416_3DP. [21]

b. Le processeur de communication CP

Afin d'assurer une connexion économique entre la station S7-400 commandant le système de concassage calcaire et les autres stations S7-400 commandant les autres ateliers, ainsi que pour une connexion avec les stations opérateur et ingénieur, La

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

SCMI utilise des processeurs de communication CP443-1 [21] illustrés dans la **Figure 3.8**, et leurs caractéristiques techniques dans le **Tableau3.10. et Figure 3.8**



Figure 3.8- Processeur de communication CP436-1.

Référence	6GK7443-1EX30-0XE0
Tension d'alimentation	5 VDC
Courant entrée max sur bus interne 5 VDC	1,4 A
Puissance dissipée	7,25 W
Vitesse de transmission	10 ... 100 Mbit/s
Nombre d'interfaces/ selon Industrial Ethernet	2
Dimension l*h*p (mm)	25*290*210

Tableau 3.10- Caractéristique du processeur de communication CP436-1. [21]

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

c. Le coupleur IM

L'IM153-1 illustré dans la **Figure 3.9** est nécessaires pour raccorder la station de périphérie modulaire ET 200M au bus de terrain PROFIBUS DP [21]; ses caractéristiques techniques sont citées dans le **Tableau 3.11**. et **Figure 3.9**

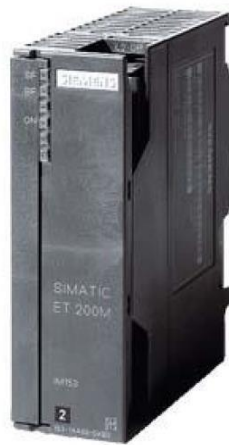


Figure 3.9- Le coupleur IM153-1.

Référence	6ES7153-1AA03-0XB0
Tension d'alimentation	24VDC
Courant entrée max sur bus interne 5 VDC	350 m A
Puissance dissipée	3W
Nombre de modules par coupleur esclave DP	8 modules S7-300
Température ambiante en service	0..+60°C
Dimension l*h*p (mm)	40*125*17
Indice de protection	IP120

Tableau 3.11- Caractéristiques du coupleur IM153-1. [21]

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

d. L'alimentation

L'alimentation convertit la tension réseau en une tension continue 5VDC et 24VDC afin d'alimenter les modules. Pour choisir une alimentation, nous avons établi deux bilans de consommation en courant, un premier pour l'ET200 M et ses différents modules cités précédemment et un deuxième pour la station S7-400 [21] représenté dans le **Tableau 3.12**. et Voir **Figure 3.10**, **Figure 3.11**



Figure 3.10- Module PS 307 5A.



Figure 3.11- Module PS 407 10A.

S7-400				ET200			
Matériels	Nombre	Consommation En courant (ma)	Consommation Totale (ma)	Matériels	Nombre	Consommation En courant (ma)	Consommation Totale (ma)
CPU S7 400	1	1570		Le coupleur IM	1	350	
				Modules d'Entrées TOR	2	15	

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

			2970	Modules de sorties TOR	1	10	1320
Le processeur de connexion CP	1	1400		Module d'entrées analogiques	1	80	
				Module d'entrées analogiques RTD	3	130	
						240	

Tableau 3.12-Bilan de consommation de courant pour S7-400 et ET200. [21]

A cet effet, la station ET200M est alimentée avec une PS 307 5A, cette alimentation délivre une tension de 24 VDC et un courant de sortie de 5A, tandis que la station S7-400 est alimentée par une PS 407 10 A illustrée en qui délivre une tension de 5 VDC et un courant de sortie de 10A.

On aurait pu choisir une alimentation de courant de sortie de 2A pour l'automate ET200M et de 5A pour S7-400, mais cela ne sera pas judicieux en tenant compte que l'atelier concassage calcaire est relié avec d'autre atelier utilisant ces deux automates. [21]

e. Le rack (rail)

Le choix du rack dépend du dimensionnement des modules choisis précédemment, pour cela deux études de dimensions ont été établies, une pour le rack de l'ET200M et l'autre pour le rack du S7-400 [21] qui sont présentées dans le **Tableau 3.12**.

S7-400				ET200			
Matériels	Nombre	Largeur (mm)	Largeur Total (mm)	Matériels	Nombre	Largeur (mm)	Largeur Totale (mm)

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

Alimentation	1	50	420	Alimentation	1	60	125
				Le coupleur IM	1	40	
				Modules d'Entrées TOR	3	40	
Modules de sorties TOR	1	40					
Module d'entrées analogiques	4						
CPU	1	50					
Le processeur de connexion CP	1	25					

Tableau 3.13-Le dimensionnement des modules de l'ET200M et S7-400. [21]

L'ET200M et ses modules sont montés sur un profil support universel de référence : 6ES73901AE80-0AA0, ayant une largeur de L=480mm et une hauteur de H= 122mm, tandis que le S7-400 et son CP sont montés sur profil support universel de référence ER26ES7 403-1JA01-0AA0, ayant une largeur de L=257,5mm et une hauteur de H= 290mm. [21]

3.7-Programmation

En prenant en considération le cahier des charges et grâce à la configuration matérielle, On va réaliser un programme au système de l'atelier concassage calcaire.

3.7.1-La table des mnémoniques

La table des mnémoniques consiste à affecter des noms symboliques à nos adresses absolues (créer pour nos entrées/sorties), La **Figure 3.12** représente une partie de la table de mnémoniques réalisées.

3.7.2-La structure du programme

Après la réalisation de la table des mnémoniques sur les bornes d'entrées/sorties, nous passons à la création des CFC avec PCS7.

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

a. Création des CFC

Tous d'abord, on va créer un dossier hiérarchique pour l'atelier concassage calcaire dans la vue technologique. Ensuite, on va créer trois autres dossiers hiérarchiques qui vont représenter chaque séquence du processus (Séquence (1) : **Transport KHD**, Séquence (2) : **Concasseur KHD** et Séquence (3) : **ATM KHD**). Voir **Figure 3.12**

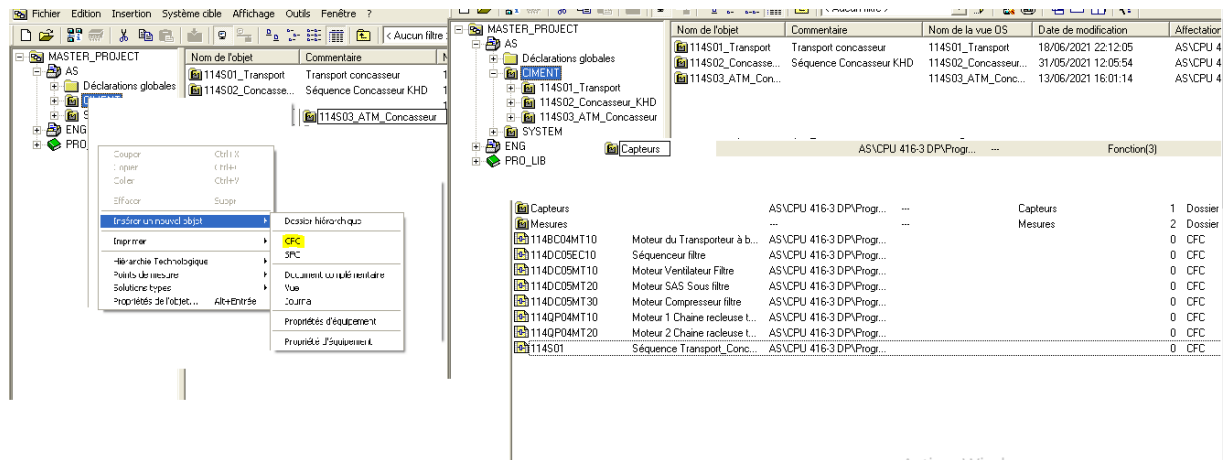


Figure 3.12- Création d'un CFC

Un dossier hiérarchique de chaque séquence contient :

- CFC des capteurs numériques dans un dossier hiérarchique nommé « **CAPTEURS** ».
- CFC des capteurs analogiques dans un dossier hiérarchique nommé « **MESURES** ».
- CFC du groupe de la séquence.
- CFC des moteurs.
- CFC des régulateurs PID nommé « **REGULATION** ».
- CFC des feux de signalisation ...etc.

- Exemple d'un CFC du groupe de la séquence (3) :

Dans cette partie, on a programmé les conditions du marché complète « **GREZ** », d'arrêt complet « **GRAZ** » et les conditions de démarrage « **GEVG** » de la séquence de l'alimentateur du concasseur selon l'analyse fonctionnel donné par la société. Voir **Figure 3.13**

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

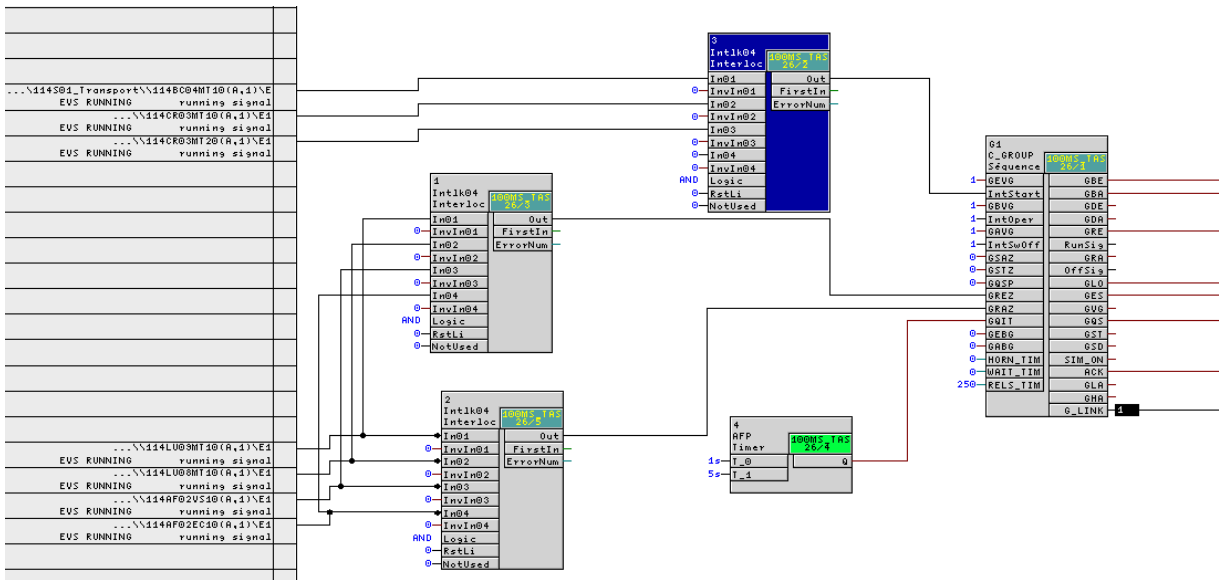


Figure 3.13-Groupe de la séquence (3).

- Exemple d'un CFC du moteur de l'ATM

On a programmé tous les moteurs de l'atelier selon l'analyse fonctionnel, voici un exemple du programme d'un moteur (Moteur ATM), ses conditions de démarrages « EEVG », conditions de marche « EBGV », repense de marche « ERM »; contrôleur

de rotation « EDRW »...etc. Voir ANNE

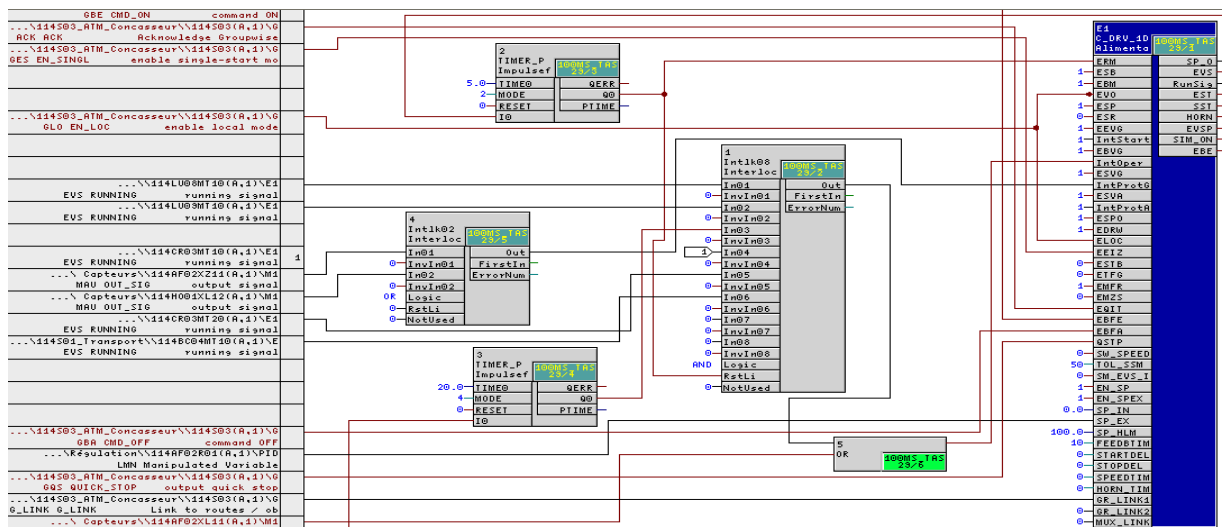


Figure 3.14-Moteur de l'ATM.

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

- Exemple d'un CFC d'un capteur TOR:

Un bloc C_ANNUNC contient l'entrée « **MSIG** » pour changer l'état du capteur selon l'analyse fonctionnel, dans notre cas d'un contrôleur de rotation quand le moteur du tapis ATM démarre, ce capteur change son état ça dépend son type (NO/NF), et la sortie « **MAV** » c'est la commande de marche des blocs d'un groupe, dans notre cas elle est reliée avec. Voir

Figure 3.15

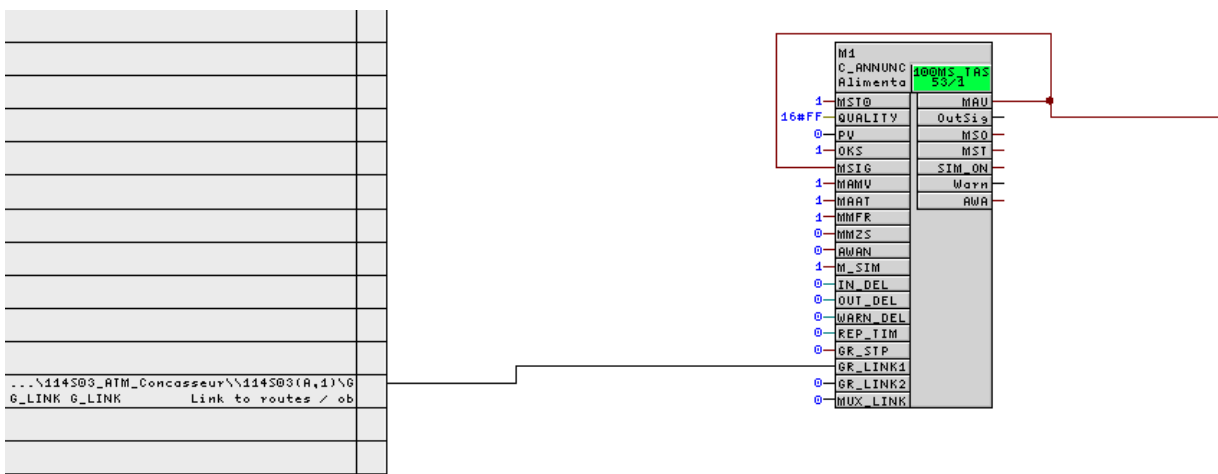


Figure 3.15-Contrôleur de rotation de l'ATM.

- Exemple d'un CFC d'un capteur analogique

Un bloc C_MESURE contient l'entrée « MV PHYSIQUE » pour l'activation de notre capteur analogique, dans cet exemple c'est un capteur de niveau de la trémie pour connaître le niveau exact de la trémie si elle est remplie ou vide. Et la sortie « **MV** » c'est la commande de marche .Voir Figure 3.16

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

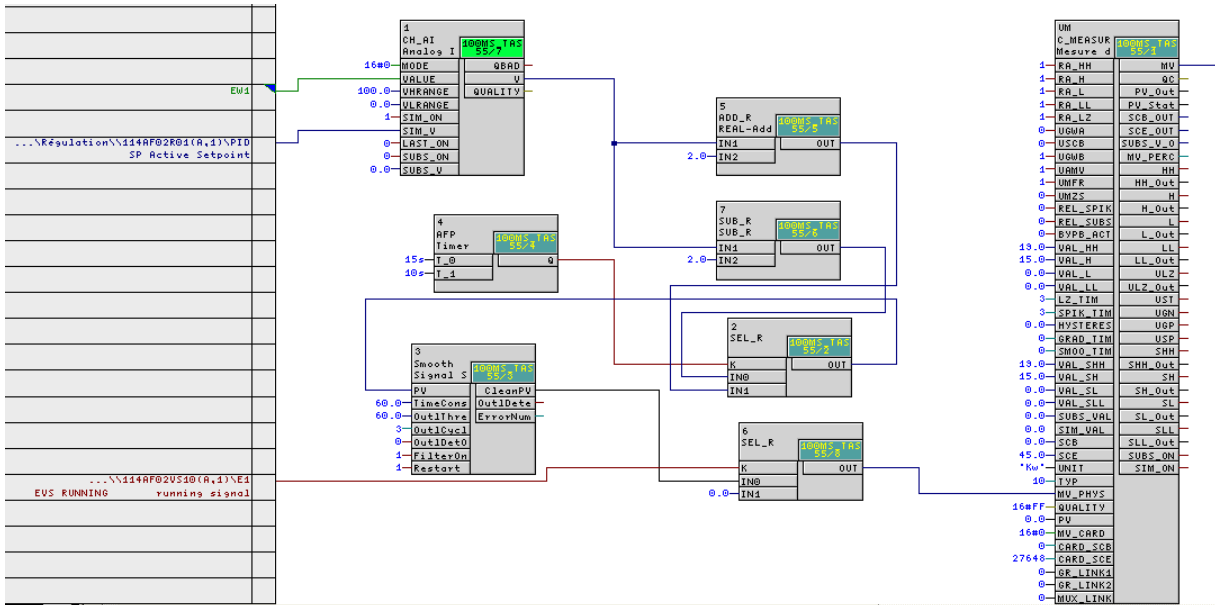


Figure 3.16-Capteur de niveau de la trémie.

- Exemple d'un CFC du régulateur PID:

Le régulateur PID à deux entrées « PV_IN » pour la consigne puissance et « LMN_IN » pour la consigne courant, l'entrée « LMN_IN » est en fonction de « PV_IN ». Voir Figure 3.17

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

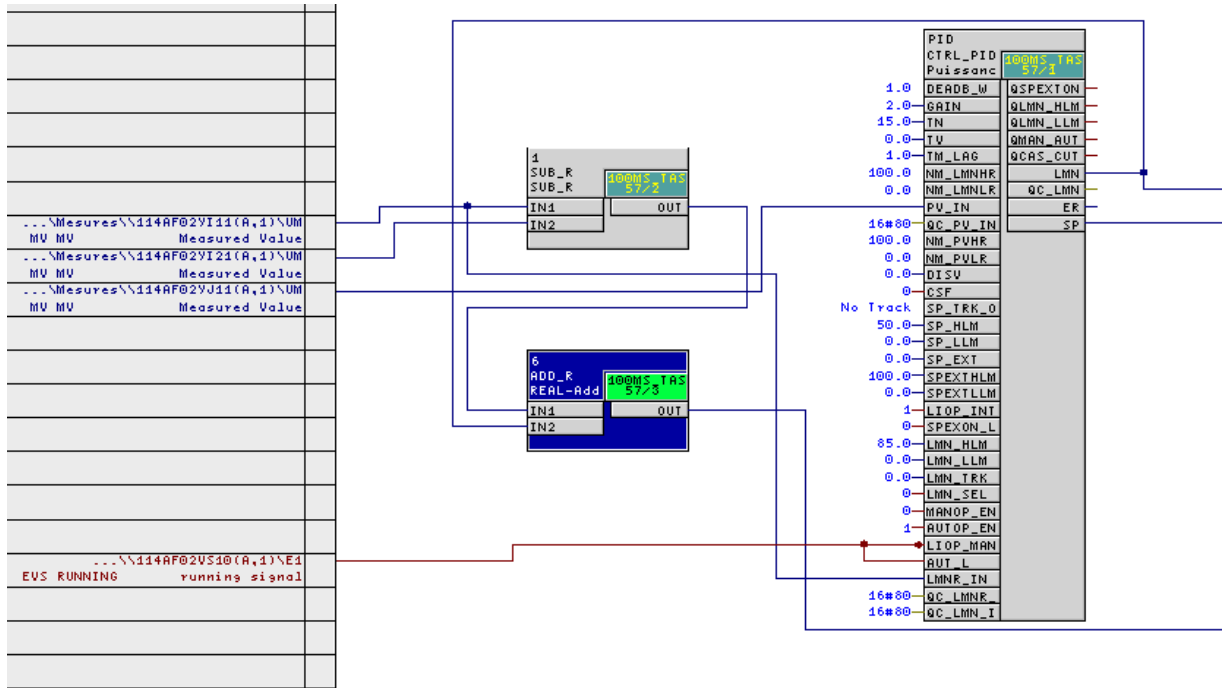


Figure 3.17-régulateur PID.

a. Paramétrage du variateur de vitesse

Le paramétrage des variateurs de vitesse consiste à mettre ces derniers fonctionnent suivant le cahier des charge, et ce paramétrage se fait par le logiciel **DRIVEMONITOR** car il dispose mille paramètres approximativement par exemple pour l'identification d'un système, pour la protection, pour la communication...etc. et l'utilisation des ces derniers ça dépend du domaine d'application

On cite parmi elles :

- P095 : pour le type de moteur
- P101 : pour la tension appliquée au moteur.
- P107 : pour la fréquence.
- P108 : pour la vitesse du moteur.
- P734 : pour le mot d'état.
- P733 : pour le mot de commande.

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

- Paramétrage du type de la communication.

Les deux variateurs sont en configuration maître esclave, le maître communique avec l'automate avec le protocole de communication PROFIBUS DP, et avec l'esclave avec le protocole de communication SIMOLINK, afin de faire communiquer le variateur actuellement appelé esclave avec l'automate il faut supprimer le protocole de communication SIMOLINK et le remplacer par le protocole PROFIBUS DP comme le montre la Figure 3.18.

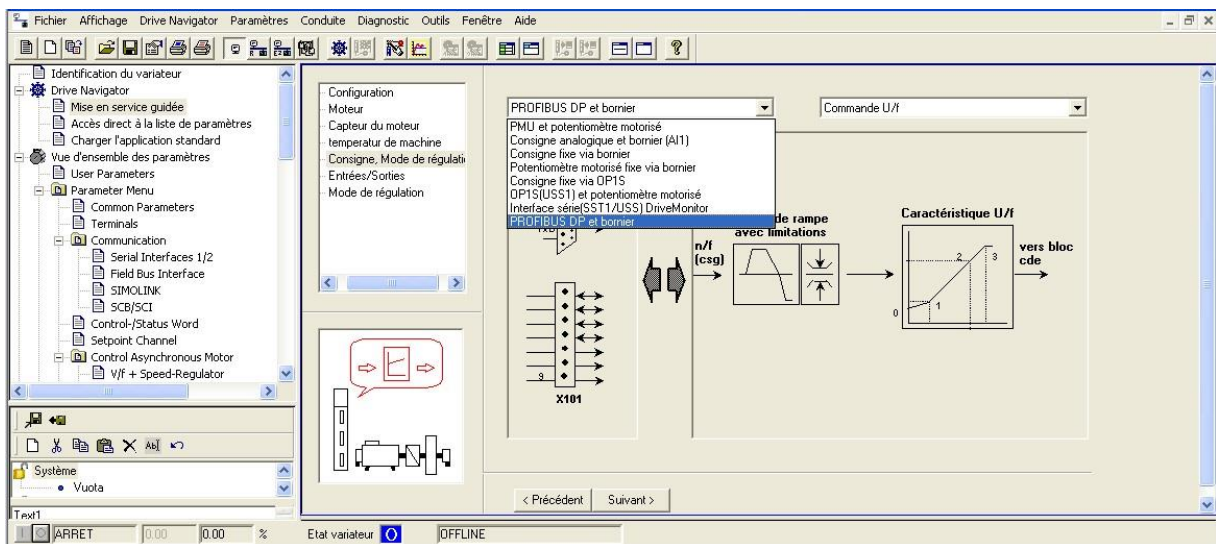


Figure 3.18- Paramétrage de la communication PROFIBUS DP.

Après le paramétrage du variateur esclave avec le protocole de communication PROFIBUS-DP, il faut écrire un programme pour permettre l'échange entre l'automate et les variateurs de vitesse, et pour cela on va créer des DB globaux pour recevoir le mot d'état (signalisation / retour) et les mesures voulues ou bien envoyer le mot de commande (consigne / ordre), pour cela on va écrire un programme en CONTACT (LADDER).

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

b. Les fonctions (FC)

Les fonctions sont des blocs de code, qui contiennent les instructions à exécuter [25]. Ces blocs n'ont pas de mémoire. Nous avons créé les blocs de fonctions suivants :

- **FC 500** : On a créé cette fonction pour assurer l'échange entre le variateur maître et l'automate.
- **FC 501** : On a créé cette fonction pour assurer l'échange entre le variateur esclave et l'automate. Voir **Figure 3.19**

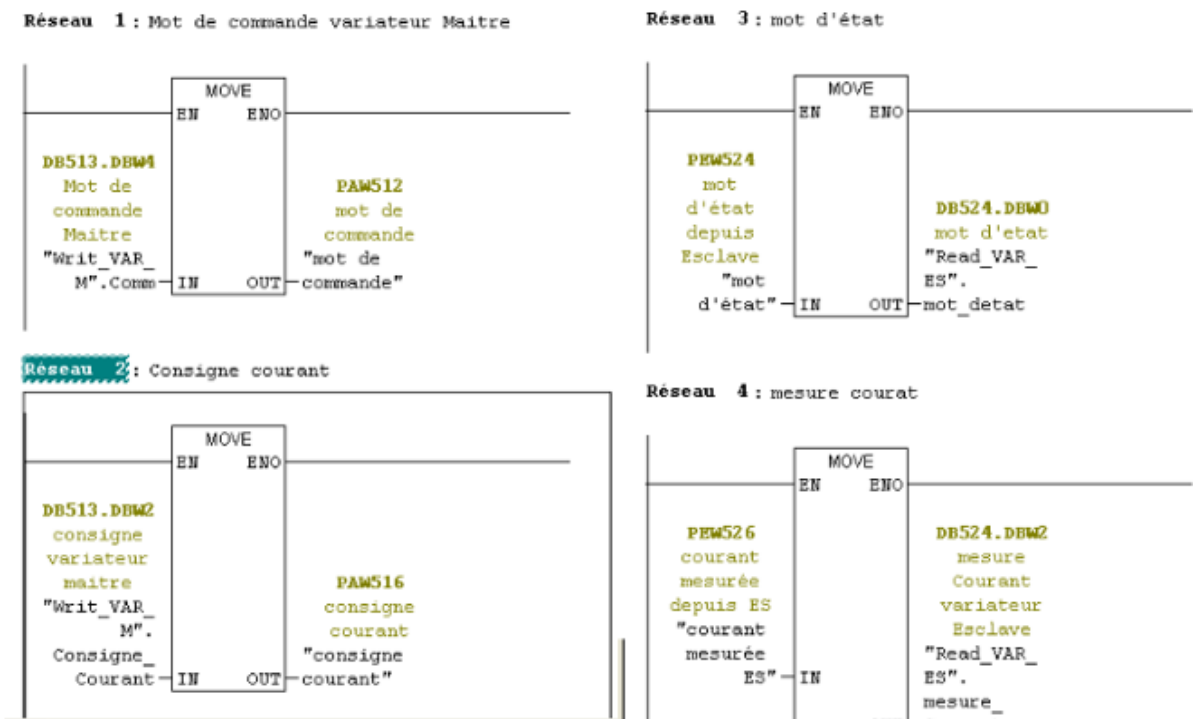


Figure 3.19 Les fonction FC500, FC501

Les données qu'on a échangées sont :

- c. Mot de commande.
- d. Mot d'état.

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

- e. Consigne courant .
- f. Mesure courant .
- g. Mesure vitesse.
- h. Mesure puissance.

Ici je vais mettre une capture sur le programme des fonctions

- **Les Blocs de données (DB)**

Un bloc de donnée est une zone mémoire qui permet de mémoriser des données globales qui peuvent être utilisées par tous les blocs de codes (OB, FC, FB), ou bien des données locales (données d'instance) qui sont associées à un bloc fonctionnel. [25]

Nous avons créé les blocs de données suivants :

- **DB 512** : Ce bloc qu'on a créé est consacré au mot d'état et mot de commande du variateur maître ; c'est un bloc pour « READ » (Lire les informations depuis le premier moteur).
- **DB 513** : Ce bloc est créé pour qu'on peut introduite la consigne courant, et le mot de commande du variateur maître, c'est un bloc « WRITE » (Donner la consigne au premier moteur).
- **DB 524** : Ce bloc qu'on a créé est consacré au mot d'état et mot de commande du variateur esclave ; c'est un bloc pour « READ » (Lire les informations depuis le deuxième moteur).
- **DB 525** : Ce bloc est créé pour qu'on peut introduite la consigne courant, et le mot de commande du variateur esclave, c'est un bloc « WRITE » (Donner la consigne au deuxième moteur). Voir **Figure 3.20 et 3.21**.

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

[DB512 -- "Read_VAR_M" -- ASIASVCPU 416-3 DPL...DB512]

Adresse	Nom	Type	Valeur initiale	Commentaire
0.0		STRUCT		
+0.0	mot_detat	WORD	W#16#0	Motd'etat
+2.0	mesure_courant	WORD	W#16#0	Mesure courant variateur maitre
+4.0	vitesse	WORD	W#16#0	Vitesse du moteur maitre
+6.0	puissance	WORD	W#16#0	Puissance du moteur maitre
=8.0		END_STRUCT		

[DB524 -- "Read_VAR_ES" -- ASIASVCPU 416-3 DPL...DB524]

Adresse	Nom	Type	Valeur initiale	Commentaire
0.0		STRUCT		
+0.0	mot_detat	WORD	W#16#0	mot d'etat
+2.0	mesure_Courant	WORD	W#16#0	mesure Courant variateur Esclave
+4.0	vitesse	WORD	W#16#0	vitesse de moteur Esclave
+6.0	puissance	WORD	W#16#0	puissance de moteur Esclave
=8.0		END_STRUCT		

Figure 3.20. Les blocs de données « READ » du maître et esclave

[DB525 -- "Write_VAR_ES" -- ASIASVCPU 416-3 DPL...DB525]

Adresse	Nom	Type	Valeur initiale	Commentaire
0.0		STRUCT		
+0.0	DB_VAR	INT	0	Variable temporaire de réservation
+2.0	Consigne_Courant	WORD	W#16#0	consigne variateur Esclave
+4.0	Comm	WORD	W#16#0	Mot de commande Esclave
+6.0	Acqt	WORD	W#16#0	Acquittement défaut variateur
=8.0		END_STRUCT		

[DB513 -- "Writ_VAR_M" -- ASIASVCPU 416-3 DPL...DB513]

Adresse	Nom	Type	Valeur initiale	Commentaire
0.0		STRUCT		
+0.0	DB_VAR	INT	0	Variable temporaire de réservation
+2.0	Consigne_Courant	WORD	W#16#0	consigne variateur maitre
+4.0	Comm	WORD	W#16#0	Mot de commande Maitre
+6.0	Acqt	WORD	W#16#0	Acquittement défaut variateur
=8.0		END_STRUCT		

Figure 3.21.- Les blocs de données « WRITE » du maître et esclave

3.7.3- Test avec simulation

Pour simuler un programme réalisé on a deux méthodes de simulation :

- Simulation avec le S7-PLCSIM.

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

- Simulation avec création des fonctions.

a. Le logiciel optionnel de simulation S7-PLCSIM

S7-PLCSIM permet d'exécuter et de tester un programme sur ordinateur. L'application dispose d'une interface comportant les différents paramètres utilisés (entrées, sorties...), comme le montre la **Figure 3.22**, il permet aussi de forcer les entrées, visualiser les sorties et apporter les modifications nécessaires afin de réaliser un programme qui répond au cahier des charges établi.

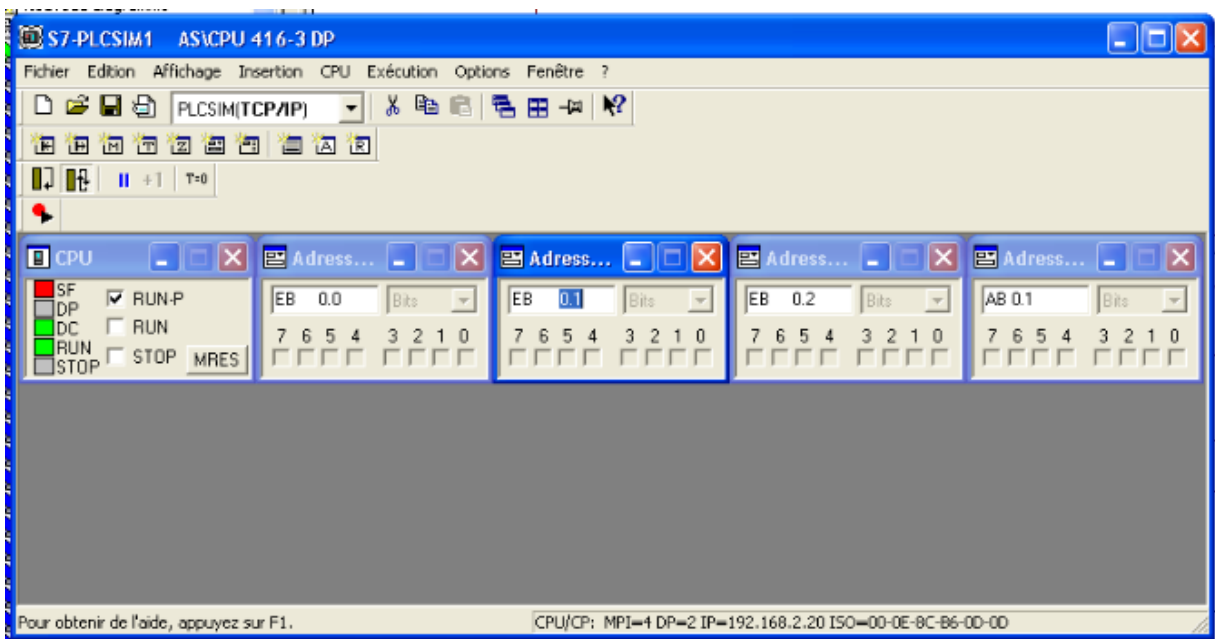


Figure 3.22-Test avec simulation en PLC Sim

b. Création des fonctions

La création des fonctions se fait après la simulation du fonctionnement réel des entrées du système, et observer les sorties de façon simultanée et sans intervention contrairement au PLCSIM. La **Figure 3.23** montre un exemple des fonctions du mode simulation.

Chapitre 3 Programmation du système de l'atelier concassage Calcaire

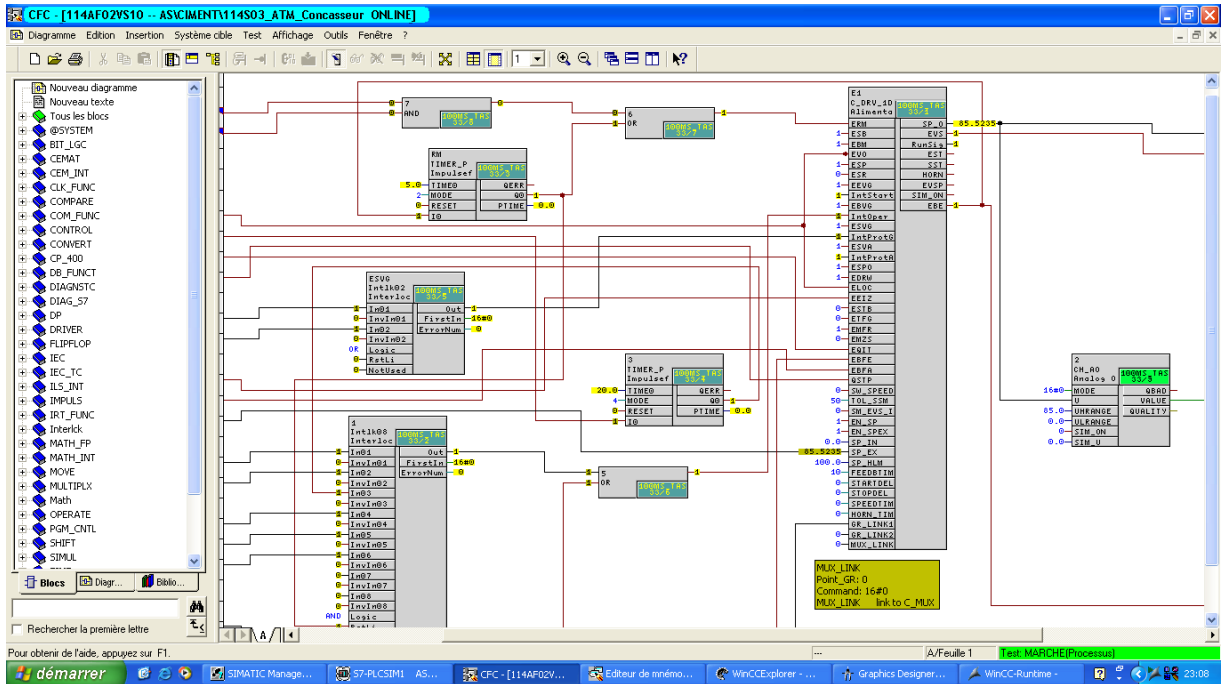


Figure 3.23– Test avec simulation en CFC

3.8-Conclusion

L'atelier de concassage calcaire est divisé en trois séquences. Nous avons programmé ces séquences avec PCS 7 en créant des blocs préprogrammés dans des CFC, et réglé la problématique au niveau de l'ATM avec le langage LADDER en créant des fonctions (FC500et FC501) ainsi que des blocs de données globaux (DB 512 et DB 524) pour lire les informations depuis les variateurs et (DB 513 et DB525) pour commander ces derniers. Ce qui permet au processus d'agir soit d'une façon automatique, locale ou individuelle avec l'intervention manuelle de l'opérateur.

Chapitre 4 Supervision de l'atelier concassage calcaire

Chapitre 4 Supervision de l'atelier concassage calcaire

4.1-Introduction

Ce chapitre décrit les différentes étapes qui permettent de réaliser une supervision pour compléter le système d'automatisation de l'atelier de concassage calcaire. La supervision se fait à l'aide de Windows Control WinCC de Siemens, un logiciel de désigne et de création des vues de supervisions pour les stations opérateurs et ingénieurs.

4.2-La supervision

- La supervision est une technique industrielle de suivi et de pilotage informatique de procédés de fabrication automatisés. La supervision concerne l'acquisition de données (mesures, alarmes, retour d'état de fonctionnement) et des paramètres de commande des processus généralement confiés à des automates programmables. [28]
- La supervision industrielle permet de suivre en temps réel une installation ou une machine industrielle. Elle permet d'avoir un affichage dynamique du processus avec les différentes alarmes, défauts et événements survenant pendant l'exploitation de la machine. Les procédés de supervision actuelle se basent sur les architectures de systèmes distribués permettant la surveillance ou le monitoring à distance. [28]

4.3. Configuration d'une station Opérateur dans SIMATIC Manager

4.3.1-Définition de la station opérateur OS

C'est une station à la disposition des opérateurs qui contient des PC sous système d'exploitation WINDOWS, et équipés par une application WinCC, la station opérateur est dans PCS 7 la station centrale pour le contrôle-commande d'une installation PCS 7. Le contrôle-commande de l'installation PCS 7 s'effectue dans la conduite de processus via des vues de processus technologiques, des courbes sur l'évolution temporelle des signaux, des listes de messages et des listes d'alarmes ainsi que des informations d'archives complétant les informations requises durant le contrôle-commande [25].

La configuration de l'OS s'effectue sur la station d'ingénierie (ENG) en trois étapes :

Chapitre 4 Supervision de l'atelier concassage calcaire

a. Configuration matériel

Après insertion d'une nouvelle station opérateur, il est nécessaire de relier le CP de la station S7-400 avec le serveur de la station opérateur comme le montre la **Figure 4.1**.

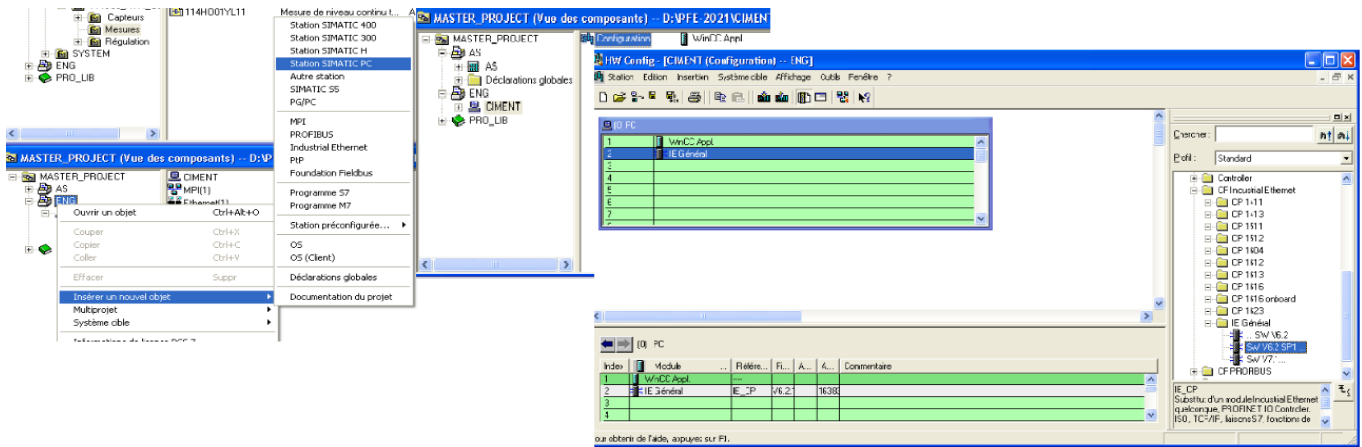


Figure 4.1- Insertion d'une station opérateur.

b. Configuration de la communication

La communication entre la station opérateur et les automates SIMATIC S7 peut être réalisée via un réseau PPI (Point to Point Interface), MPI (Multi Point Interface), PROFIBUS (Process Field Bus) ou bien Ethernet. Nous avons configuré la communication entre le PC et notre automate via l'interface de communication Ethernet avec le protocole ISO en introduisant l'adresse MAC du PC comme illustré dans la **Figure 4.2**.

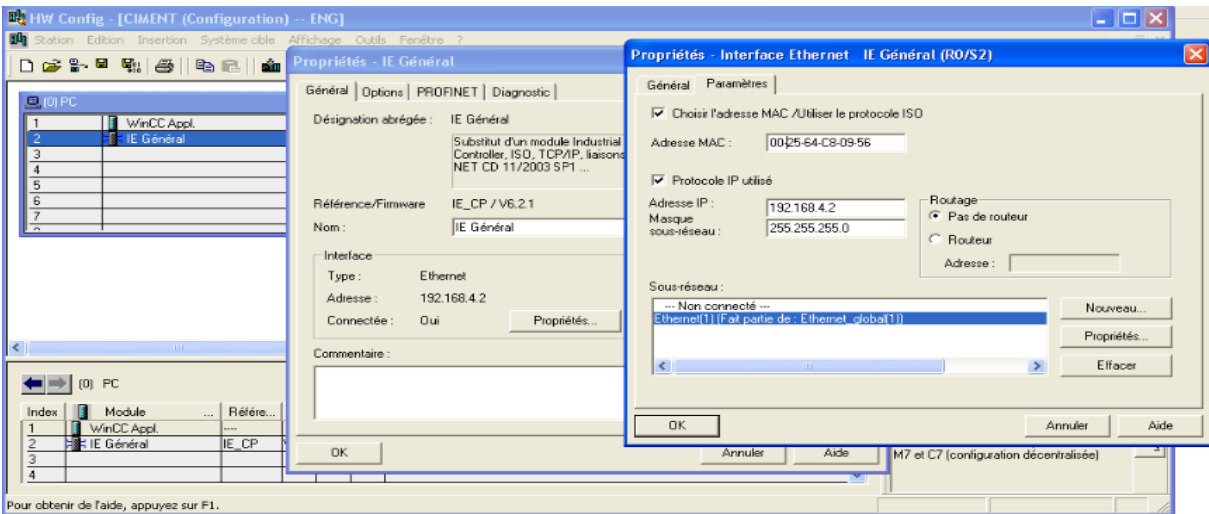


Figure 4.2- Configuration de la communication Ethernet entre la station opérateur et l'automate.

Chapitre 4 Supervision de l'atelier concassage calcaire

a. Synchronisation des projets

En créant un multi-projet on crée deux projets, projet AS et ENG, AS contenant la station S7-400 et ENG, quant à lui, contient la station opérateur. Ces deux projets doivent être synchronisés comme illustré dans la **Figure 4.3**.

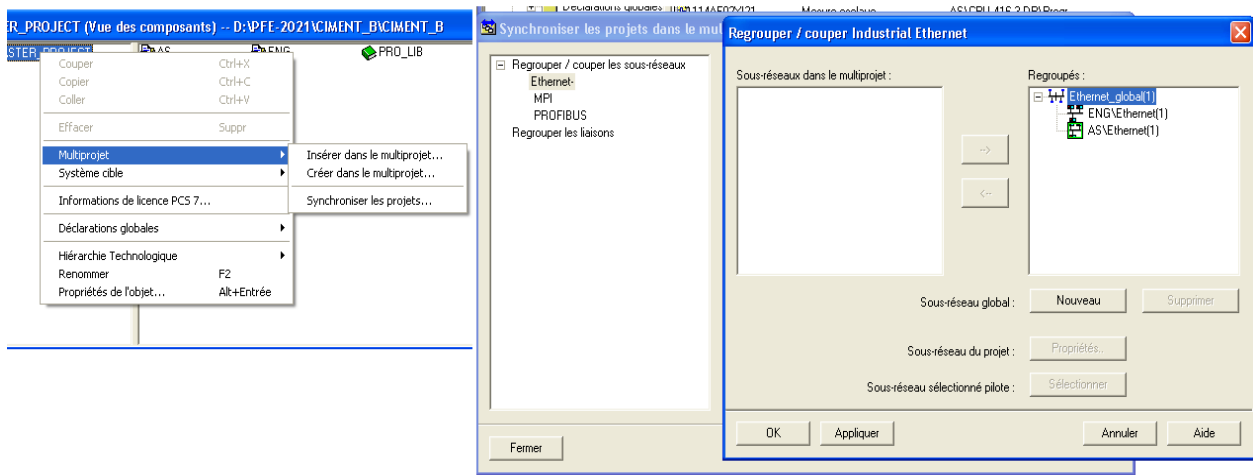


Figure 4.3- Synchronisation du projet OS avec ENG.

4.4-Le logiciel de supervision WinCC

Lorsque la complexité du processus augmente et que les machines de l'installation doivent répondre à des spécifications de fonctionnalité toujours plus sévères, l'opérateur a besoin d'un maximum de transparence. Cette dernière s'obtient au moyen de l'interface IHM qui signifie humain machine interface [10]. WinCC est un système de supervision homme-machine performant utilisé sous Microsoft Windows, il constitue l'interface entre l'homme (opérateur) et la machine (installation/processus). Le contrôle proprement dit du processus est assuré par les automates programmables industrielles, il établit par conséquent une communication entre WinCC et l'opérateur d'une part et d'autre part entre WinCC et l'automate. [26]

4.4.1- Présentation de la Fenêtres de WinCC explorer

Le WinCC est fabriqué de deux volets, comme il est illustré dans la **Figure 4.4**:

- **Fenêtre de navigation** : contient toutes les applications de WinCC où on peut trouver tous les éditeurs utilisables pour configurer OS (opérateur station).

Chapitre 4 Supervision de l'atelier concassage calcaire

- **Fenêtre de données** : présente la fenêtre qui affiche des informations détaillées sur l'application de WinCC que nous avons sélectionnées.

On a utilisé l'éditeur **Graphics Designer** (Figure 4.5) pour créer la vue de notre projet.

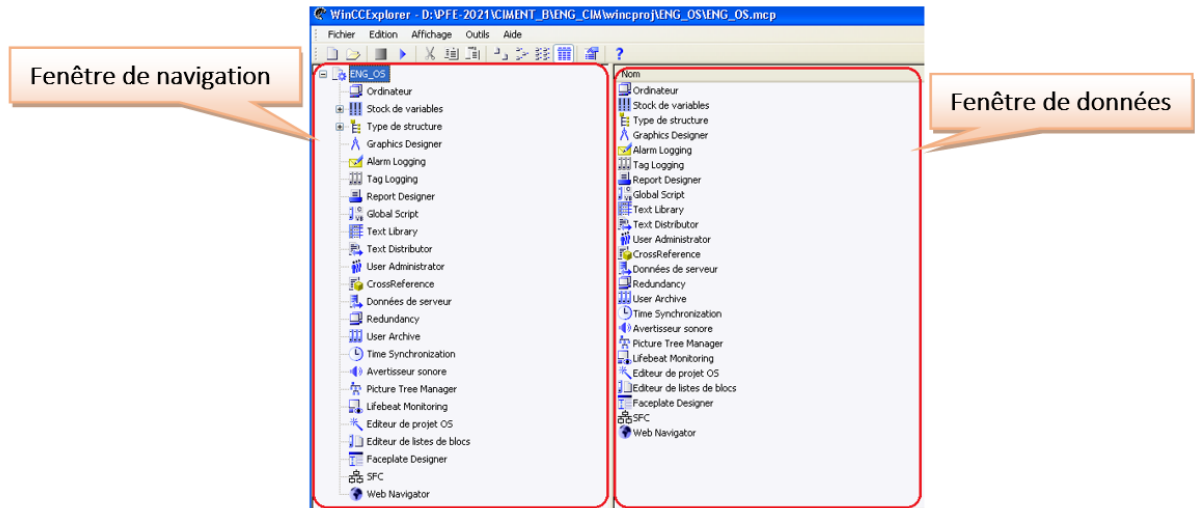


Figure 4.4- Fenêtres de WinCC explorer.

4.4.2- Présentation de la fenêtre Graphics Designer

La Figure 4.5 représente la fenêtre **Graphics Designer** qui se dispose d'une Barre d'outils, d'une Dynamic Wizard, d'une palette d'objet et d'une zone de travail.

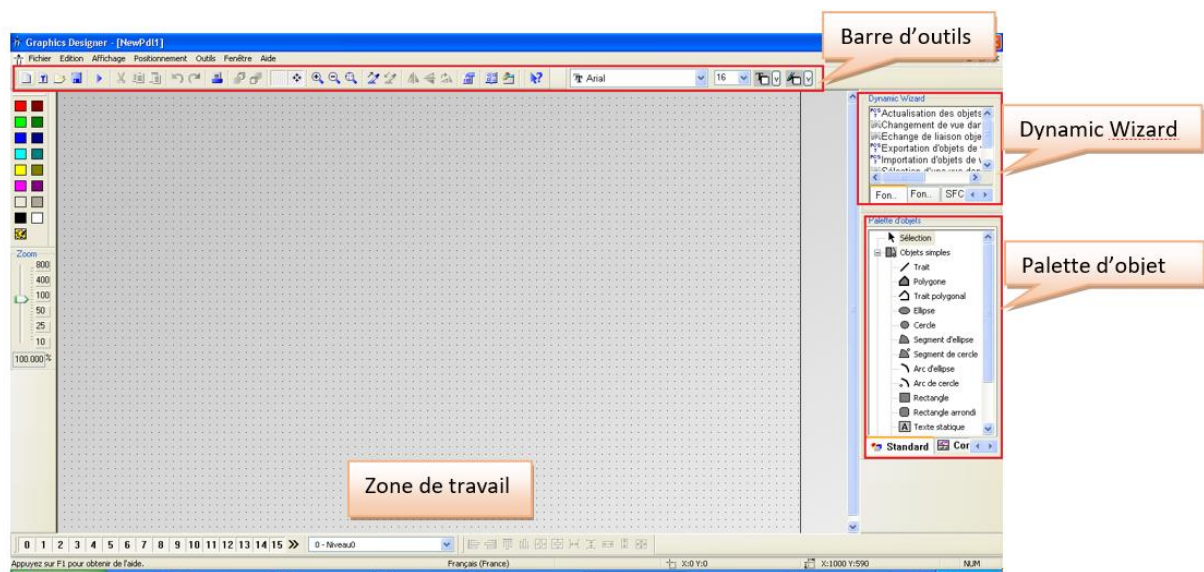


Figure 4.5- Fenêtre de Graphics Designer.

Chapitre 4 Supervision de l'atelier concassage calcaire

- a. **La barre d'outils standard** : se trouve sous la barre de menu du Graphics Designer. Les boutons de la barre - d'outil standard comprennent tant des commandes Windows usuelles, telles que "Enregistrer" et "Copier", que des boutons spéciaux du Graphics Designer, tels que "Activer runtime".
- b. **Assistant Dynamic Wizard** : pour dynamiser les objets avec les actions C préfabriquées.
- c. **La palette d'objets** : contient divers types d'objets souvent utilisés dans les vues de processus.
- d. **Zone de travail** : c'est une surface de dessin sur laquelle on pose les objets destinés à la vue de la procédure.

Avant de dessiner sur cette page, on ouvre la bibliothèque « @PCS7typicals.PDL » comme il est représenté dans la **Figure 4.6**, pour trouver les principaux éléments dynamiques (moteurs, pompes, groupe...) Qui correspondent aux blocs dans les diagrammes CFC pré-dessinés (**Figure 4.7**), Il y a aussi une bibliothèque des symboles statiques, voir la **Figure 4.8**.

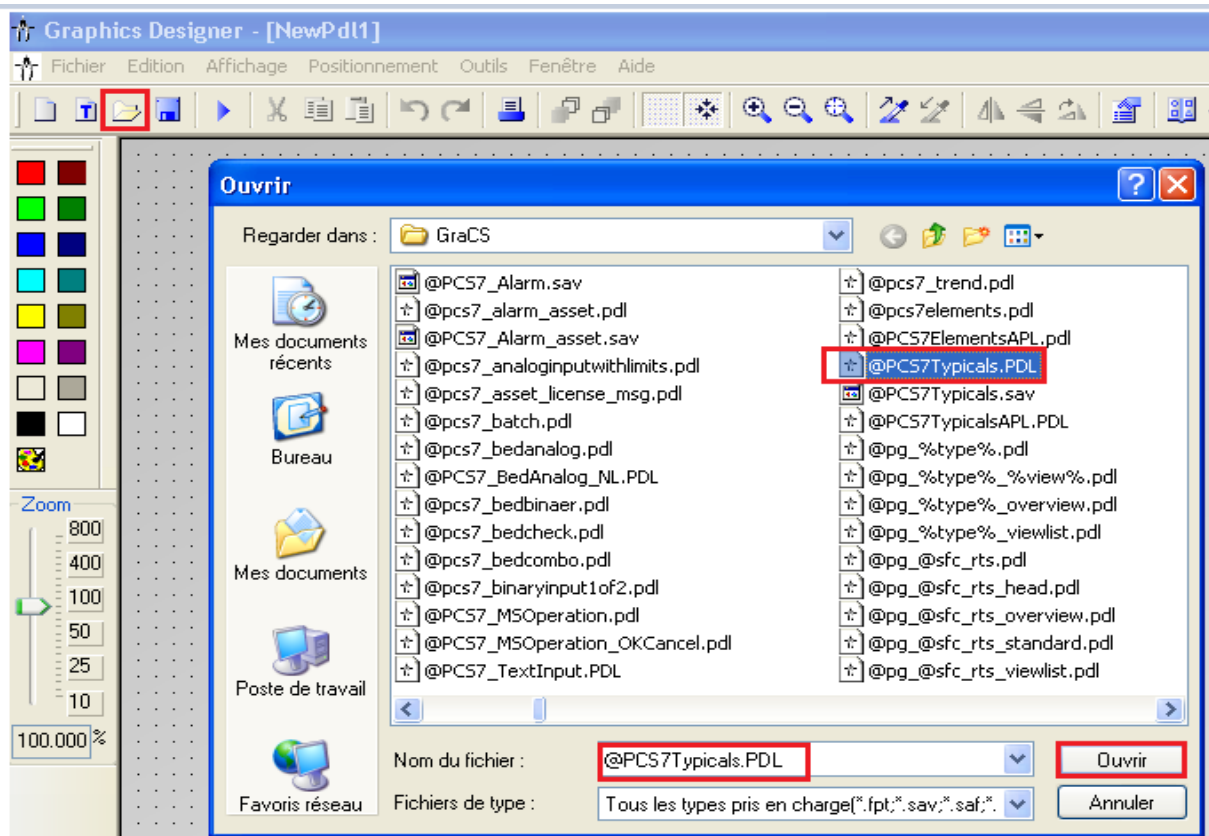


Figure 4.6 -l'ouverture de la bibliothèque « @PCS7typicals.PDL ».

Chapitre 4 Supervision de l'atelier concassage calcaire

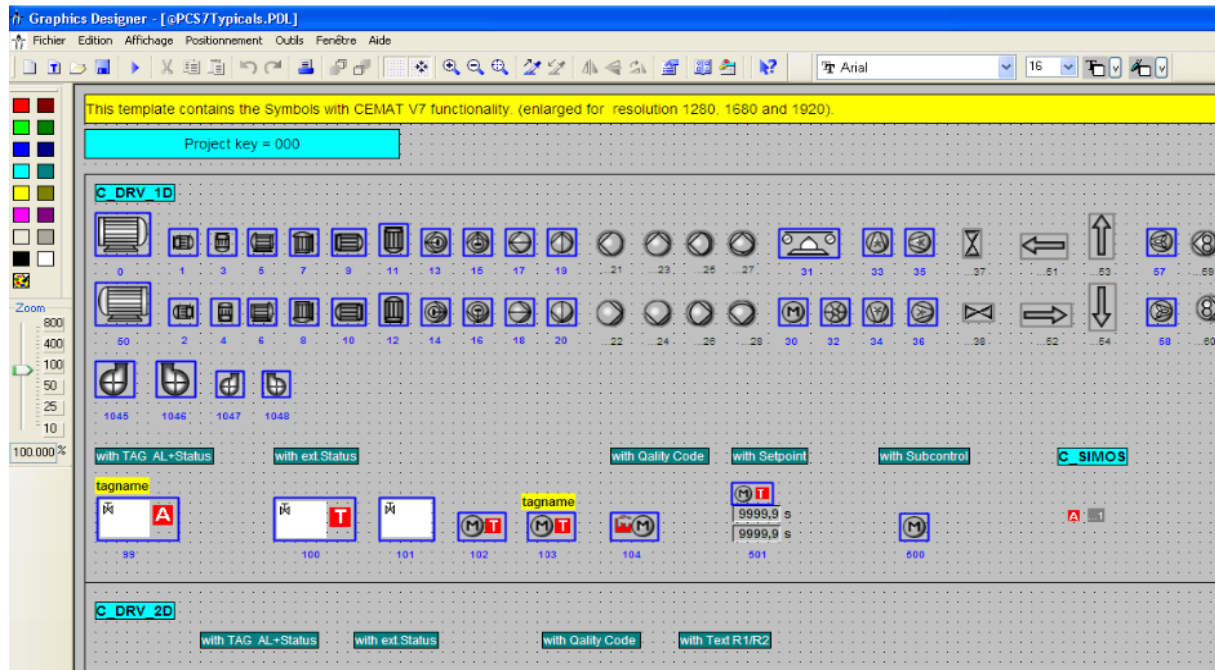


Figure 4.7- La bibliothèque des symboles dynamiques.

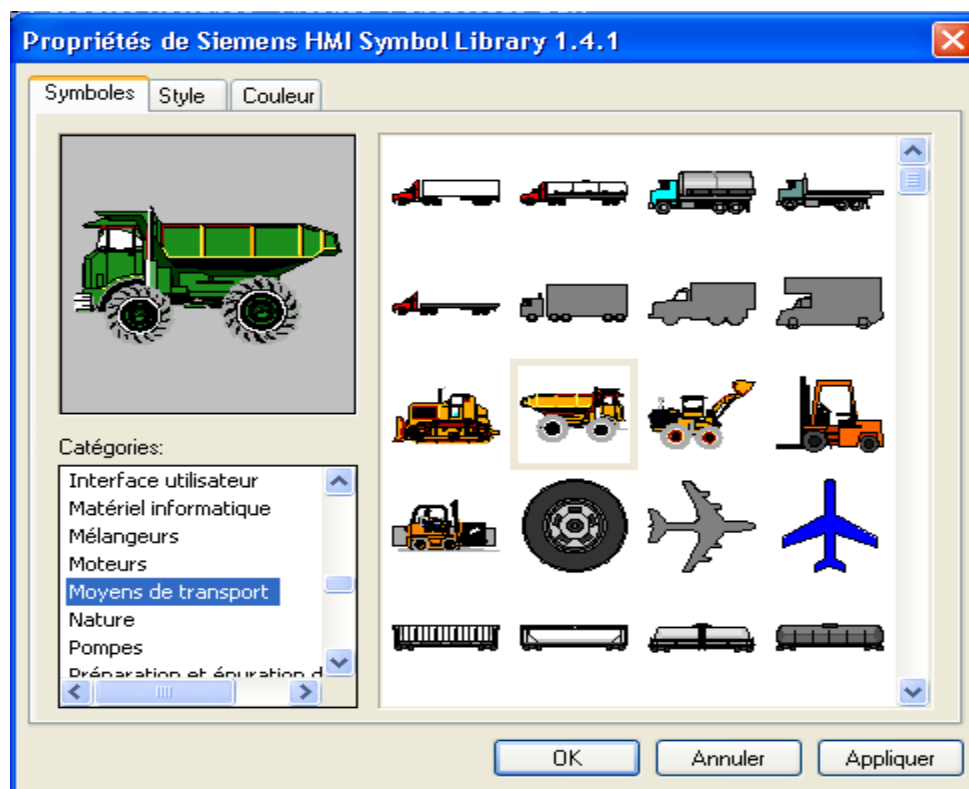


Figure 4.8- La bibliothèque des symboles statiques.

Chapitre 4 Supervision de l'atelier concassage calcaire

Graphics Designer distingue deux sortes d'objets :

a. 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.

b. Les objets dynamiques

Ils sont dynamisés via une liaison à un connecteur de bloc variable (moteurs, clapets, groupes, alarmes et des boutons).

En mode processus, ils indiquent toujours les valeurs actuelles d'un point de mesure de l'installation.

4.4.3-Développements des vues

a. Vue « Atelier Concassage » :


Après avoir copié les symboles dynamiques et statiques sur la surface du dessin « Atelier Concassage » comme elle est représentée dans la **Figure 4.9**, on passe à l'étape de liaison entre les symboles et les variables des blocs qui leur correspondent dans le programme diagramme (CFC).

Pour faire ces liaisons, on va approuver les étapes suivantes (voir la **Figure 4.10**) :

1- sélectionner l'élément

2- en suite sur « Dynamiques standard ».

3-puis en appuie sur « Relier un prototype à une structure ou renommer le lien ».

4-on met l'adresse du bloc de programme diagramme. Sinon on clique sur le bouton explorer  une autre fenêtre qui s'ouvre à laquelle on sélectionne le bloc correspondant.

5-on cocher le paramètre du changer le nom et à la fin en cliquons sur « terminer ».

Après avoir terminé le dessin de toute la vue on enregistre la vue et on ferme Graphics Designer.

Chapitre 4 Supervision de l'atelier concassage calcaire

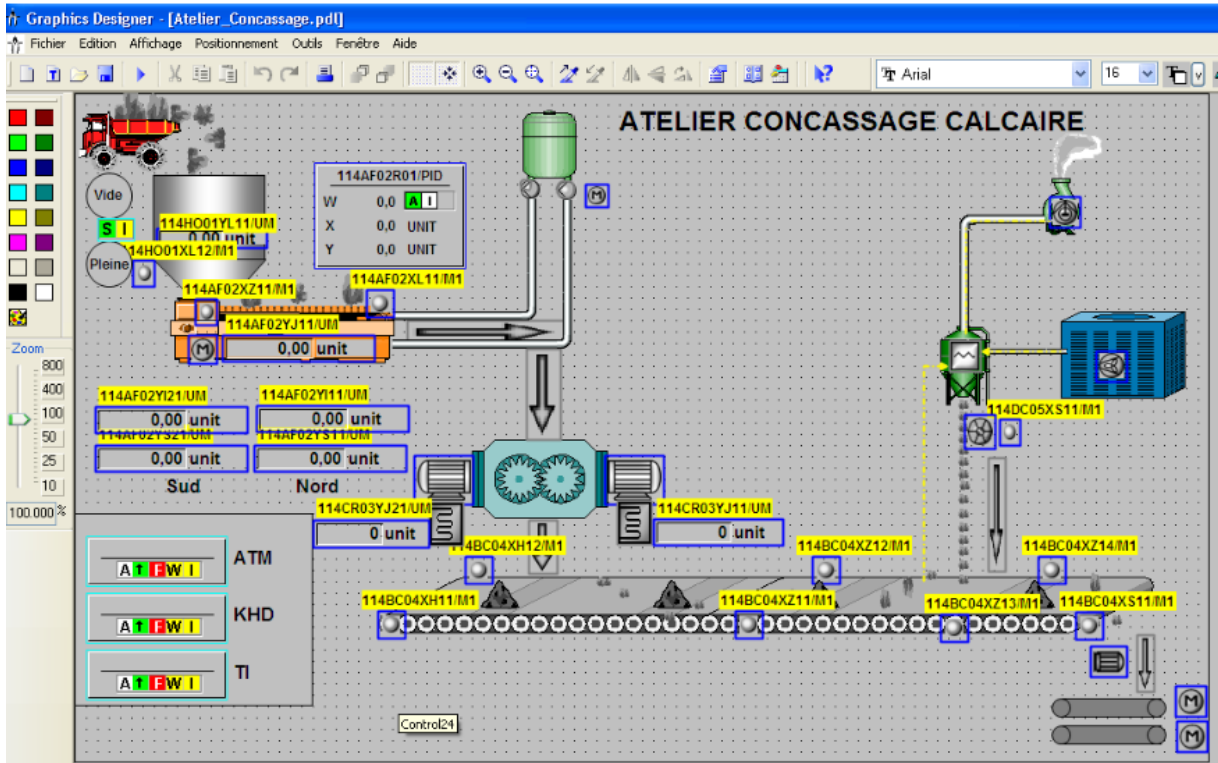


Figure 4.9-Vue de notre atelier « Atelier Concassage ».

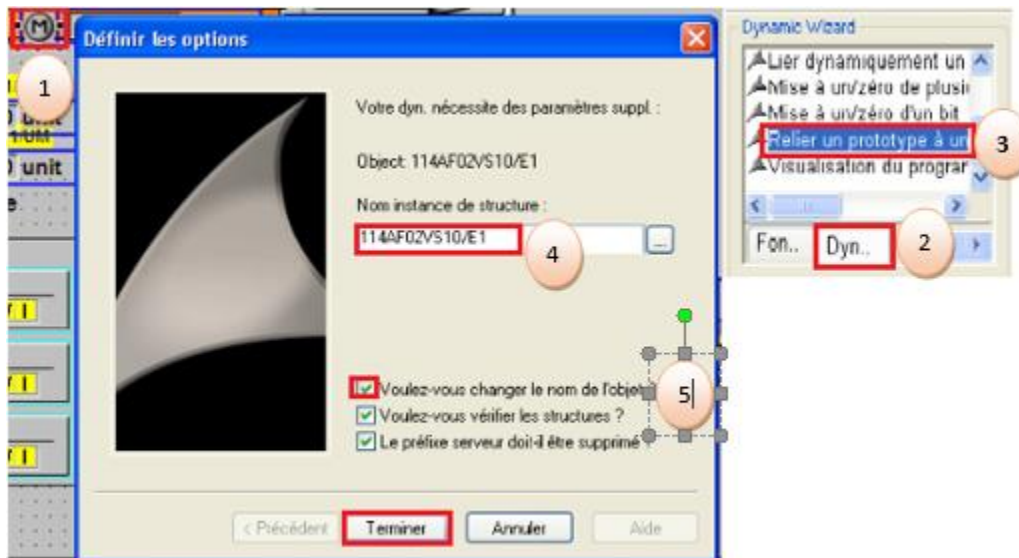


Figure 4.10-La liaison des symboles dynamiques.

Chapitre 4 Supervision de l'atelier concassage calcaire

b. Vue « Concasseur » :

Nous avons développé une vue détaillée du concasseur KHD, où on trouve les capteurs de températures et les moteurs pour avoir le bon fonctionnement de celle-ci comme il est montré dans la **Figure 4.11**.

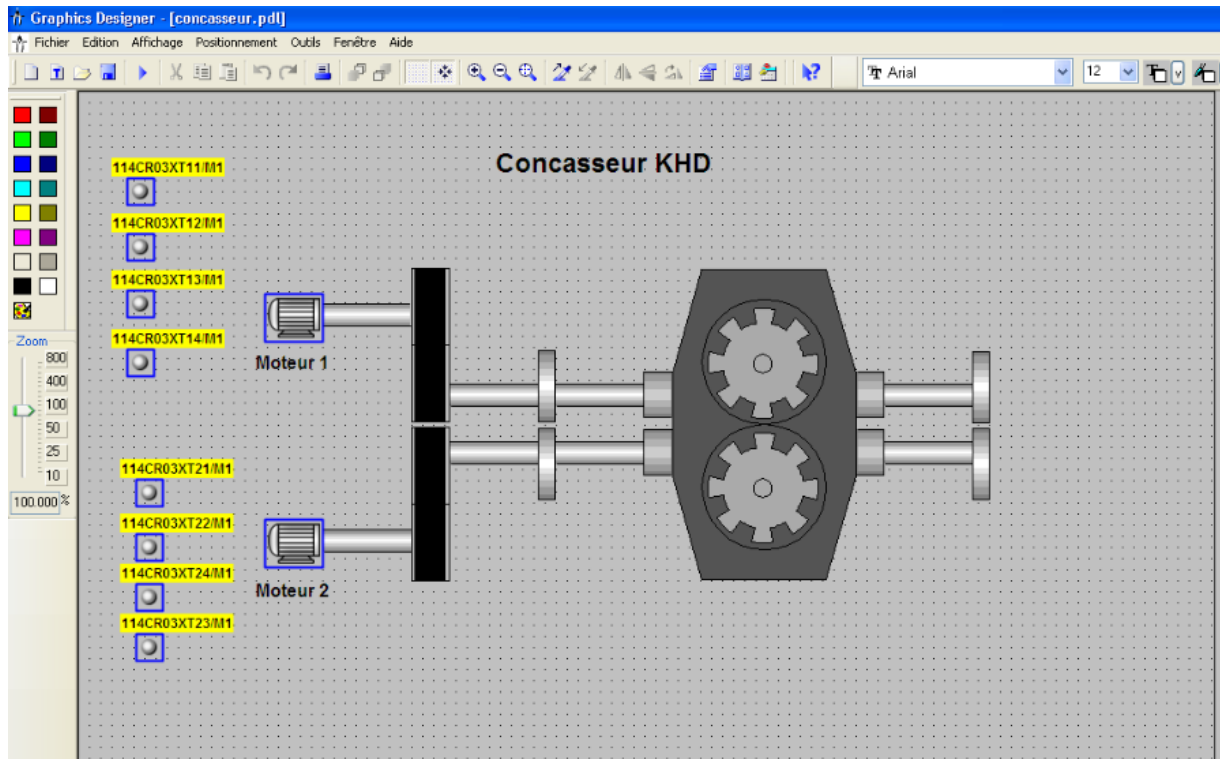


Figure 4.11-vue détaillée du concasseur KHD.

4.4.4- Présentation de Picture Tree Manager

Dans la fenêtre de navigation de Win CC Explorer, on appuie sur « Picture Tree Manager », une fenêtre s'ouvre composée de trois petites fenêtres :

- a. **Fenêtre 01** : contient les vues Hiérarchiques utilisées dans la supervision.
- b. **Fenêtre 02** : Appelée aperçu de la vue, pour l'aperçu d'une vue sélectionnée.
- c. **Fenêtre 03** : contient tous les vues non affectés et existantes dans le projet.

Pour qu'une vue soit exploitable après avoir été créé en ajoute un conteneur : bouton droit sur le conteneur racine – crée dans conteneur – coller dans nœud.

Chapitre 4 Supervision de l'atelier concassage calcaire

Dans la fenêtre 03 on glisse la vue « Atelier Concassage » vers la fenêtre 01, et on termine par enregistrer le travail. Voir la (Figure 4.12).

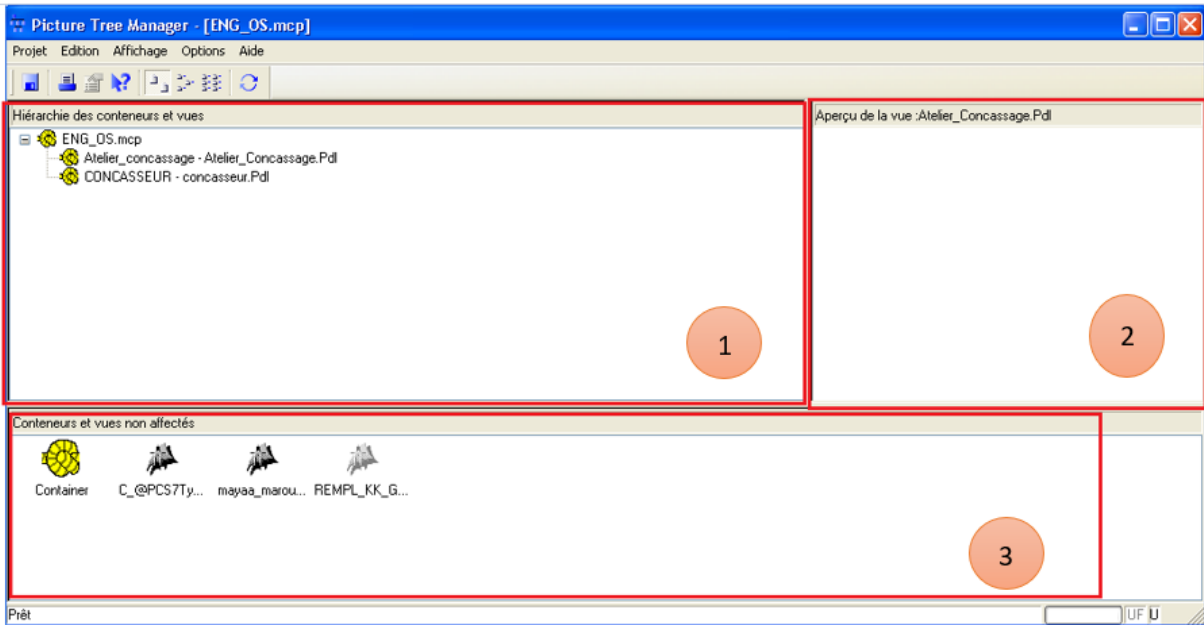


Figure 4.12-Picture Tree Manager.

4.4.5-Simulation des vues

a. RUNTIME :

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

Sur la fenêtre « WINCC Explorer » on active la simulation en ouvrant le « Runtime », qui permet de tester le programme, grâce aux icônes spécifiques se trouvant dans la barre d'outils comme il est indiqué sur la Figure 4.13.

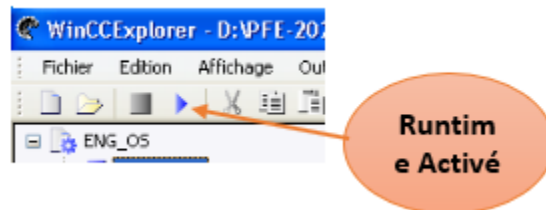


Figure 4. 13-Activation de RUNTIME

Chapitre 4 Supervision de l'atelier concassage calcaire

Une fois la simulation lancée, une fenêtre apparaît, cette fenêtre est composée de quatre zones comme le montre la **Figure 4.14**.

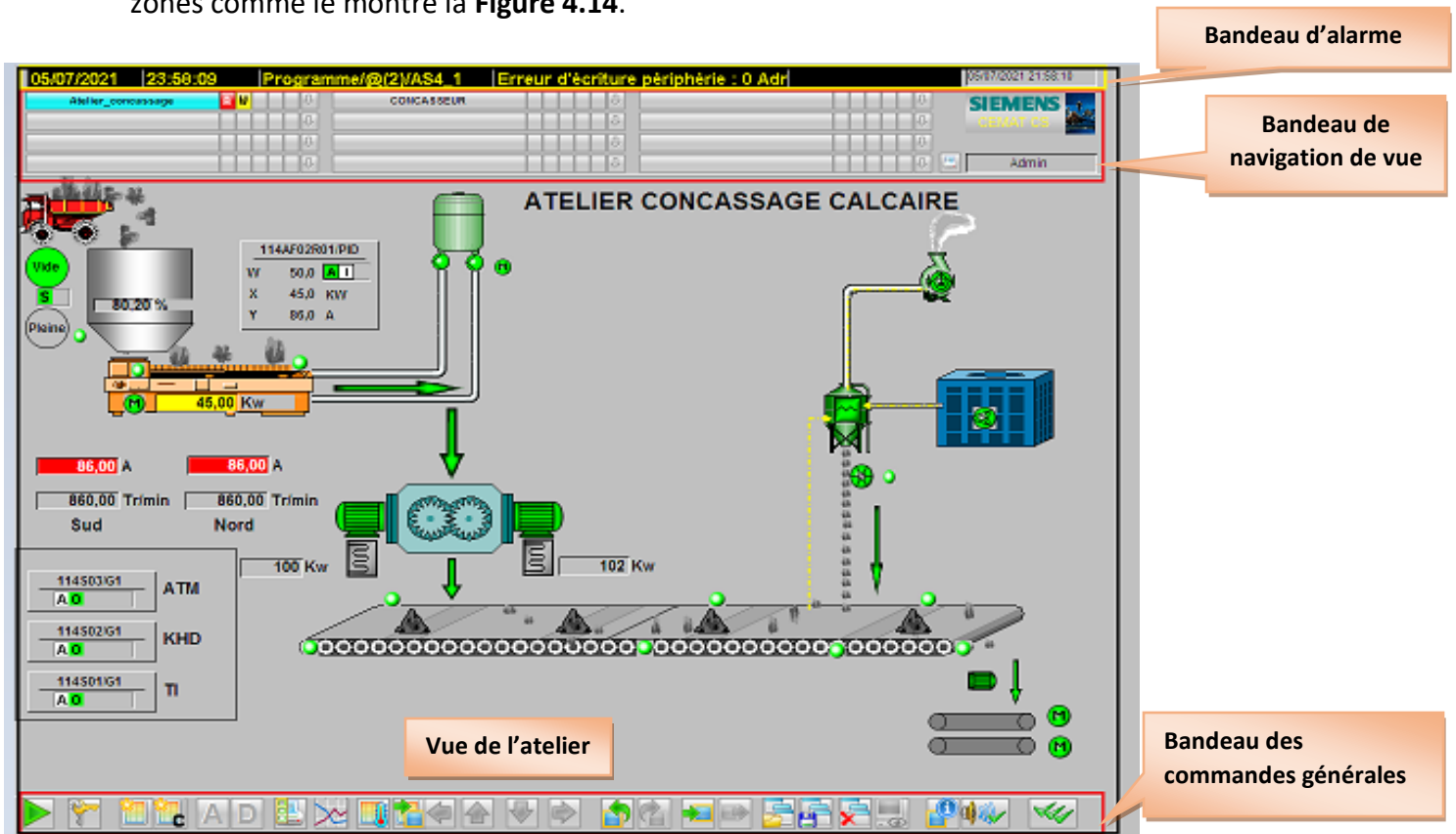


Figure 4.14-Fenêtre de simulation « *RUN TIME* ».

a. Bandeau d'alarme

Le bandeau d'alarme est affiché en permanence en haut de l'écran. Il permet de voir les 5 alarmes les plus récentes. Les alarmes plus anciennes peuvent être visualisées depuis le bandeau d'alarme grâce à la barre de défilement.

b. Bandeau de navigation de vues

Le bandeau de navigation de vues est affiché dans la partie haute de l'écran, celle-ci permet à l'opérateur d'accéder rapidement à la vue correspondante à la partie de l'usine désirée. Elle permet également la visualisation des défauts ou avertissements qui apparaissent tout en précisant la zone concernée.

Chapitre 4 Supervision de l'atelier concassage calcaire

c. Bandeau des commandes générales

Le bandeau des commandes générales est affiché en bas de l'écran, il comporte plusieurs boutons (raccourcis) pour l'accès aux principales commandes, parmi les plus importantes on cite :

1. Bouton pour l'identification de l'utilisateur : il permet de saisir le nom de l'utilisateur ainsi que le mot de passe pour pouvoir accéder à la supervision comme le montre **Figure 4.15**.

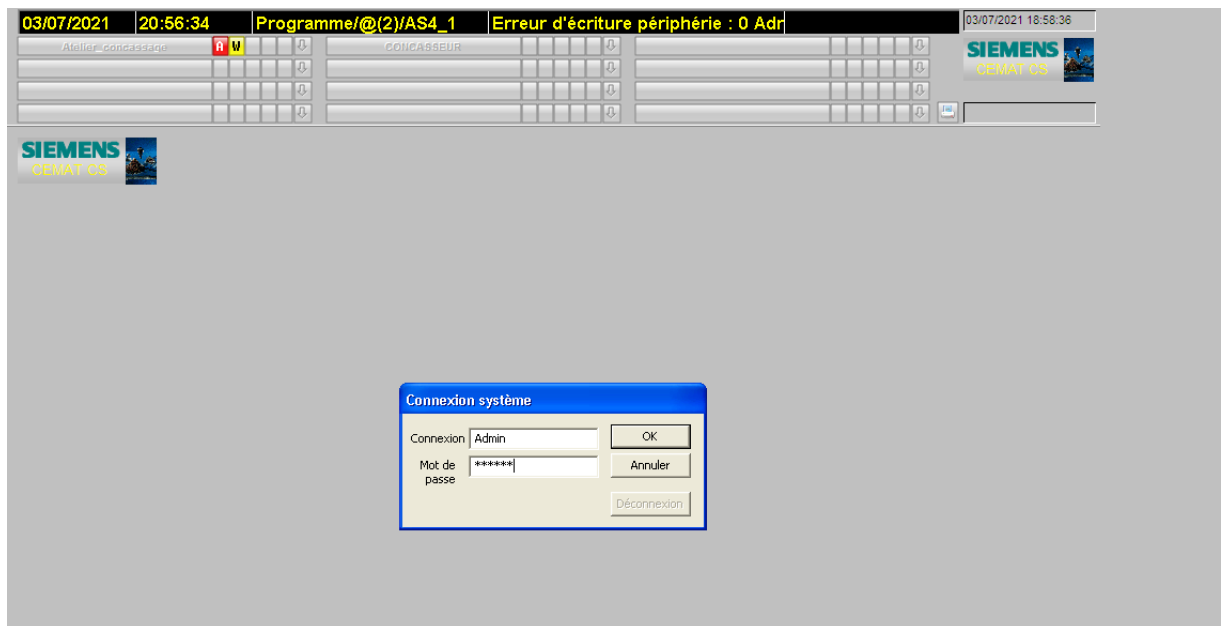


Figure 4.15– Fenêtres du Bouton d'identification de l'utilisateur.

-Description des commandes générales

	Accès aux commandes secondaires
	Retour aux commandes principales
	Vue des alarmes (classiques format PCS7)
	Vue des alarmes au format Cemat
	Affiche les tags des mesures analogiques
	Affiche les tags des équipements et alarmes logiques

Chapitre 4 Supervision de l'atelier concassage calcaire

	Accéder aux journaux
	Permet de créer et d'afficher des courbes
	Rechercher un équipement ou une mesure par son tag
	Rechercher une vue par son nom
	Navigation dans les vues d'après l'arborescence
	Accéder à la vue précédente
	Accéder à la vue suivante
	Mémoriser vue
	Afficher la vue mémorisée
	Ouvrir une composition d'écran sauvegardé
	Sauvegarder la composition d'écran. (Sauvegarde toutes les fenêtres ouvertes à l'écran pour les restituer ultérieurement)
	Effacer une composition d'écran
	Afficher Life Beat Monitoring
	Informations sur la vue (Nom de la vue .PDL, emplacement, nom du serveur...)
	Acquitter l'avertisseur sonore
	Acquitter les défauts de la vue actuelle
	Modification de la langue
	Visualisation des SFC
	Gestion des autorisations par l'administrateur
	Quitter la supervision

Tableau4 .1 Description des commandes générales.

Chapitre 4 Supervision de l'atelier concassage calcaire

4.4.6-Vue de l'atelier

La vue comporte des graphismes dynamisés qui représentent les séquences de l'atelier, les différents moteurs, les informations logiques et analogiques nécessaires à la conduite de l'installation, ainsi que les sélections et les régulateurs. En cliquant sur chaque graphisme une interface appelée face plate apparaît.

a. Face plate d'une séquence

La séquence (groupe) illustrée dans la **Figure 4.16** permet d'homogénéiser la gestion d'un groupe d'équipements. Elle comprend le contrôle global des modes de fonctionnement, les ordres de marche et d'arrêt, la disponibilité et la gestion des défauts.

Grâce à l'interface du groupe, l'opérateur peut piloter la séquence et connaître à tout moment quelle est la situation du groupe. S'il essaie de démarrer un groupe, et que ce dernier n'est pas prêt, il sera averti des conditions manquantes.

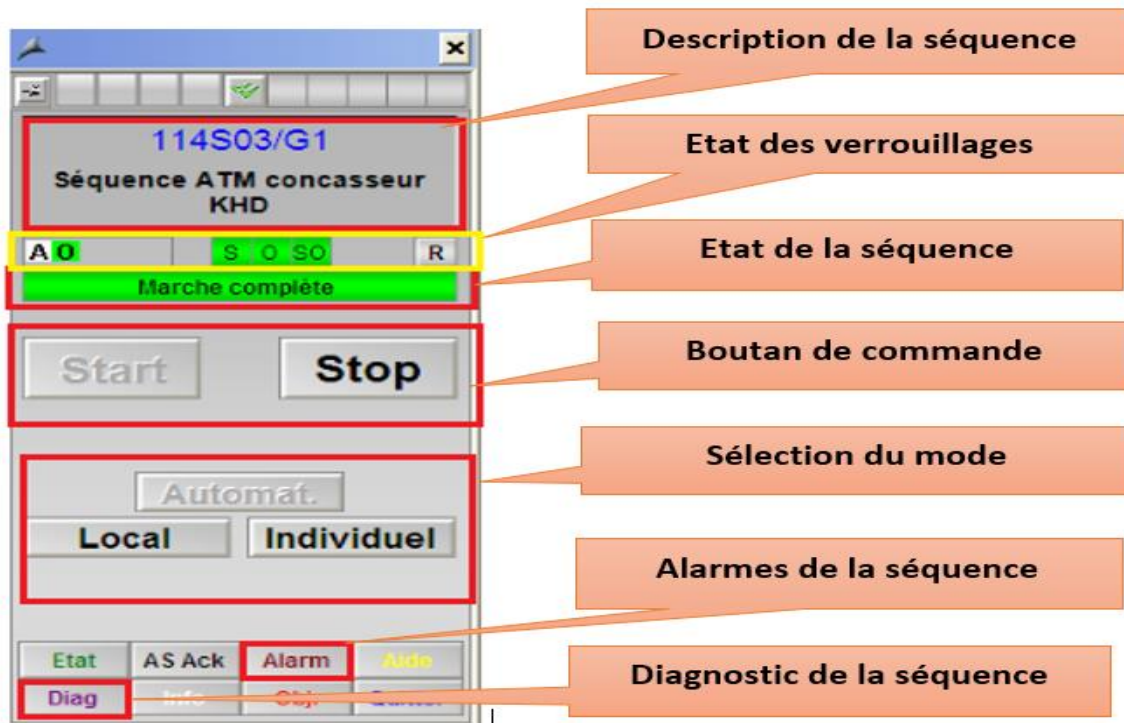


Figure 4.16– Face plate d'un groupe.

Chapitre 4 Supervision de l'atelier concassage calcaire

I. Démarrage et arrêt séquence

- **Start** : démarre en mode automatique les équipements de la séquence dans l'ordre séquentiel.
- **Stop** : Un clic simple sur le bouton d'Arrêt lance un arrêt séquentiel. Tous les consommateurs s'arrêteront séquentiellement suivant l'ordre de la séquence et les délais d'arrêt.

ii. Mode de fonctionnement

- Mode Automatique : Les équipements sont contrôlés via la séquence. Tous les verrouillages sont pris en compte.
- Mode Individuel : Il correspond à un mode individuel pour chaque équipement. Les verrouillages de démarrage permanents et de sécurité sont pris en compte. La commutation en mode "Single" se fait via l'interface de groupe afin que tous les équipements soient placés dans ce mode simultanément. Chaque équipement est lancé à travers son propre interface.
- Mode Local : Seuls les contacts de sécurité sont pris en compte dans ce mode. La commutation en mode "local" se fait via l'interface de groupe afin que tous les équipements soient placés dans ce mode simultanément. Chaque consommateur est actionné grâce à son boîtier de contrôle sur le terrain.


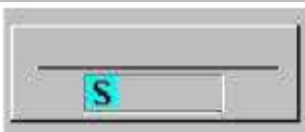
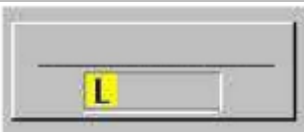
Mode	Automatique	Individuel	Locale
Figure			
Numéro de figure	Figure 4.17	Figure 4.18	Figure 4.19

Tableau4 .2 Les modes de fonctionnement.

Chapitre 4 Supervision de l'atelier concassage calcaire

1. Face plate d'un moteur

La face plate d'un moteur permet de commander le moteur et de diagnostiquer son état à temps réel grâce aux différents boutons comme le bouton « Diagnostic » qui permet d'accéder à une vue de diagnostic du moteur comme présentée dans la **Figure 4.20** elle comporte plusieurs champs de paramètres décrivant l'état du moteur :

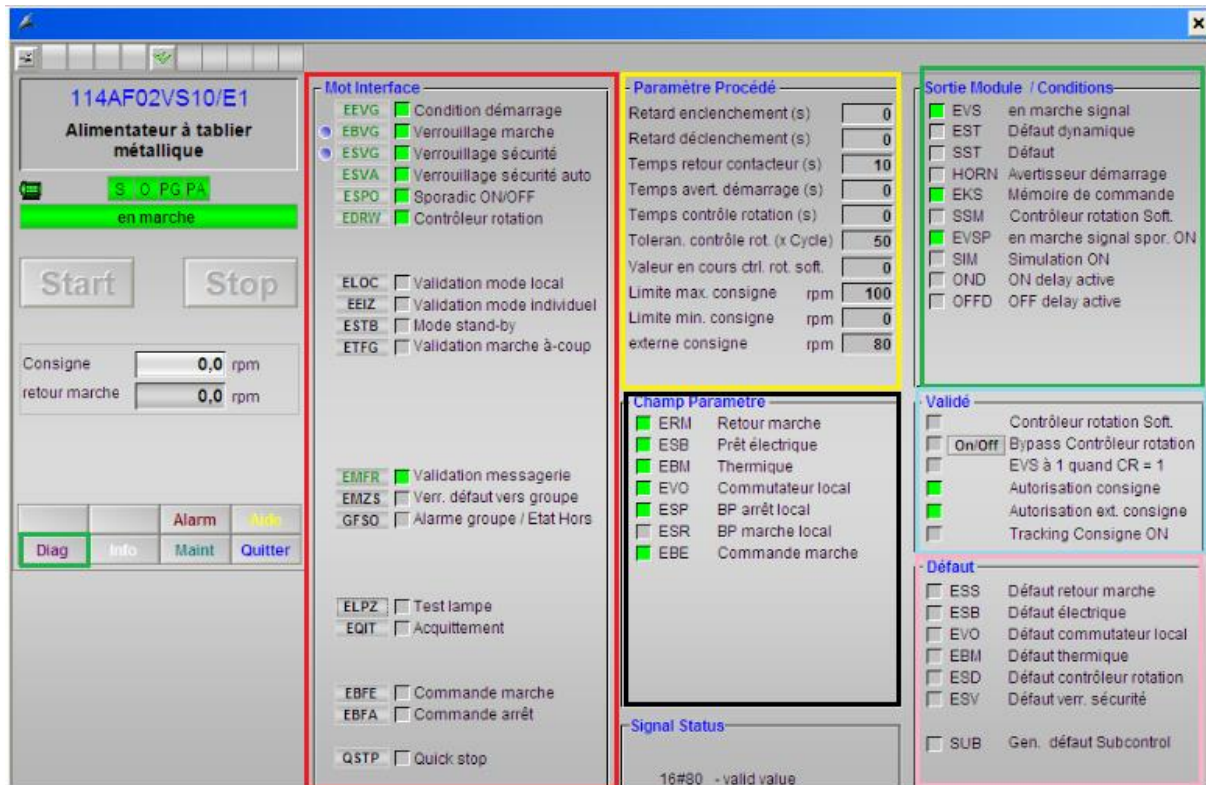


Figure 4.20– Face plate Moteur avec diagnostic.

❖ Le champ « Mot interface » montre l'état des entrées qui est indiqué en utilisant des rectangles de couleur ("0" = gris, "1" = vert). Le nom des entrées est affiché en vert. Ces entrées sont celles qui sont nécessaires au fonctionnement de base de l'équipement.

Lorsqu'un cercle bleu est présent à côté d'un verrouillage, il est possible de cliquer sur celui-ci pour afficher les conditions préalablement programmées dans les blocs interlock illustré en **Figure 4.21**, cette fenêtre permet de connaître les conditions remplies et celles manquantes. S'il n'y a pas de cercle bleu à côté de verrouillage, cela signifie que l'interlock n'existe pas dans le programme.

Chapitre 4 Supervision de l'atelier concassage calcaire

Selon les autorisations accordées à l'utilisateur, il est possible de forcer ces conditions.

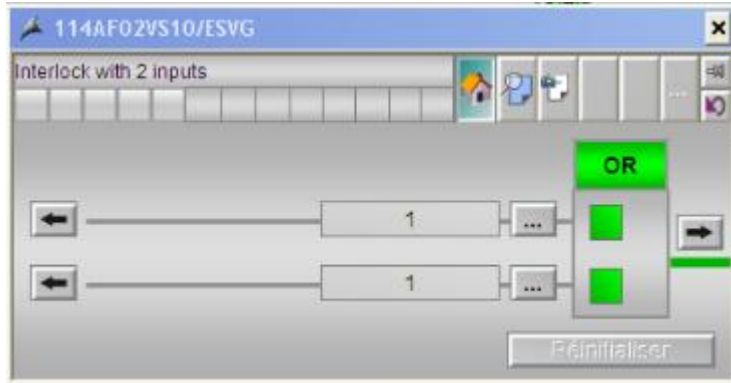





Figure 4.21– Bloc interlock.

- ❖ Le champ « Paramètre procédé » : Les valeurs affichées en noir sur fond blanc sont les entrées de paramètre procédé, tandis que celles sur fond gris sont les paramètres procédés de sortie (uniquement consultables en lecture).
- ❖ Le « Champ paramètre » Affiche l'état des entrées/sorties physiques de l'équipement.
- ❖ Le champ « Sortie Module / Conditions » Affiche l'état des signaux de sortie importants au diagnostic du bloc.
- ❖ Le champ « Validé » : Dépend du type de l'objet. Affiche des fonctions et des alarmes.
- ❖ Le champ « Défaut » : Ce champ montre l'état des défauts préalablement programmés.

Objet moteur :

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

Chapitre 4 Supervision de l'atelier concassage calcaire



	Moteur en mode local. En marche si l'objet est clignotant.
	Moteur en mode manuel. En marche si l'objet est clignotant.

Tableau 4.3-Objet moteur.

2. Face plate d'un régulateur PID

La face plate d'un régulateur PID permet de visualiser plusieurs de ses paramètres, comme la valeur de la consigne, la valeur procès mesuré, les paramètres de réglage, les alarmes et les courbes comme le montre la **Figure 4.22**.

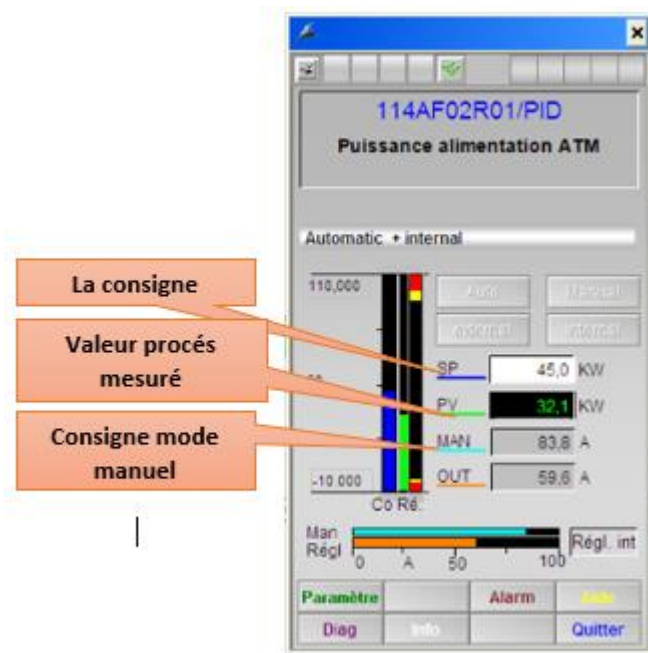


Figure 4.22-Face plate de régulateur PID.

Chapitre 4 Supervision de l'atelier concassage calcaire

- 4.4.7- Résultats obtenus après le réglage de la problématique

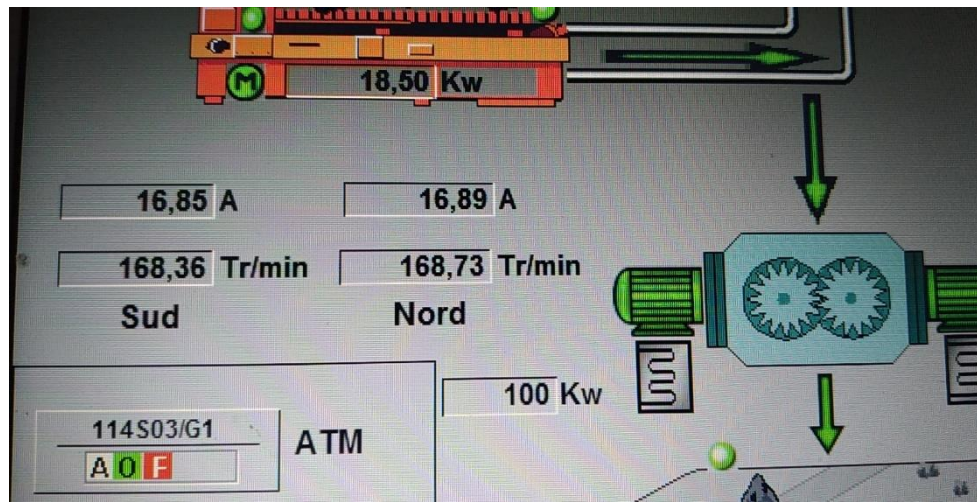
Après le passage de la commande du maître /esclave à la commande séparer, le paramétrage des paramètres des variateurs du vitesse correctement, et le changement de la consigne d'une consigne de puissance en fonction de la vitesse à une consigne de puissance en fonction de courant, on a réalisé le tableau suivant : (Voir **Tableau 4.4**) -Résultats obtenus

	Puissance (Kw)	Consigne fréquence (Hz)	Vitesse sortie moteur (Tr/Min)	Vitesse de sortie réducteur (Tr/Min)	Courant à la sortie (A)	Différence du couple des deux moteurs
Moteur 1 – Nord	18	25.75	168.36	0.3717	16.85	0.04
Moteur 2 - Sud		25.75	168.73	0.3725	16.89	
Moteur 1 – Nord	25	49.98	247.66	0.5467	24.87	0.09
Moteur 2 – Sud		49.98	248.56	0.5487	24.78	

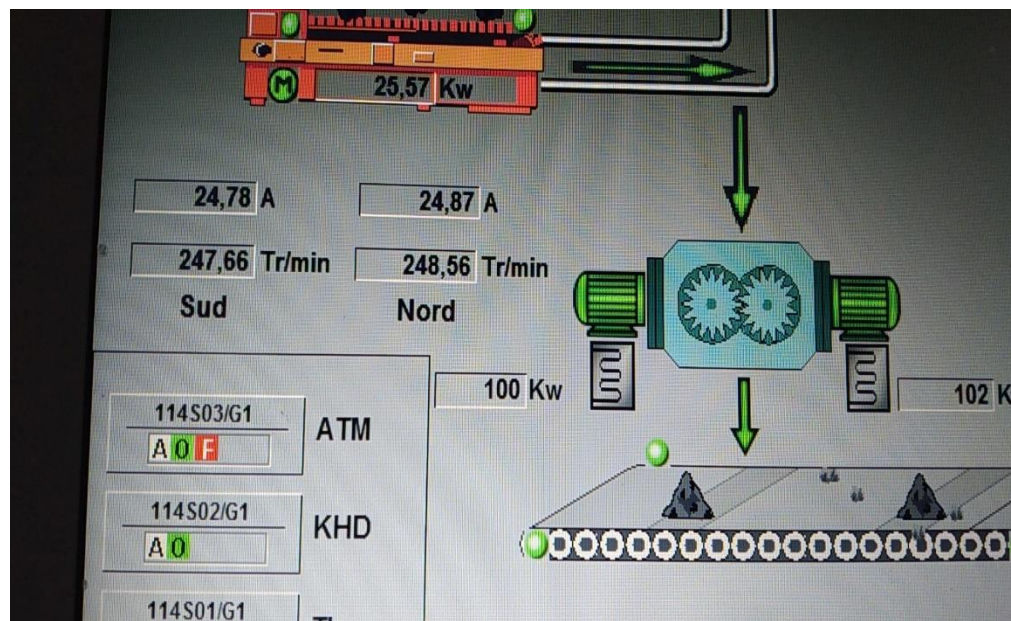
Tableau 4.4 - Résultats obtenus

Nous observons au **tableau 4.4** qu'après la séparation des commandes et le paramétrage des variateurs de vitesse la différence entre les courants de sorties est négligeable et instantanée (dès qu'il enregistre une différence), le régulateur réagit pour que le moteur Sud rattrape le moteur Nord instantanément. Ce qu'on peut dire que la solution proposée est une solution solide et peut régler la situation et on aimera que cette solution doive être pris en considération de la part de la société et pourquoi pas réalisable dans cet atelier. Les **Figures 4.23 et 4.24**

Chapitre 4 Supervision de l'atelier concassage calcaire



Figures 4.23-Simulation à basse puissance.



Figures 4.24-Simulation à moyenne puissance.

4.5-Conclusion

Dans ce dernier chapitre, nous avons expliqué les étapes à suivre lors de la création de la vue de notre atelier avec Graphics Designer et on a décrit brièvement les étapes nécessaires de la simulation de celui-ci. Les tests réalisés avec le simulateur du « RUN TIME » de « WinCC » en compagnie du simulateur « PLC SIM » ainsi que la création de fonction de

Chapitre 4 Supervision de l'atelier concassage calcaire

simulation ont prouvé que le système de supervision élaboré répond et communique parfaitement avec le programme réalisé.

Chapitre 4 Supervision de l'atelier concassage calcaire

Chapitre 4 Supervision de l'atelier concassage calcaire

Conclusion générale

Le travail présenté dans ce mémoire s'est porté sur la proposition d'une solution à une problématique et une supervision à un système d'un atelier de concassage calcaire.

Pour la réalisation de ce projet nous avons suivi les démarches suivantes :

- Subdivision de notre système en plusieurs parties et l'étude de chaque point ;
- Etude de l'instrumentation en tenant compte de plusieurs critères ;
- Etude d'un système d'automatisation, en faisant un bilan d'entrées/sorties ;
- Programmation du système de l'atelier de concassage calcaire sous le logiciel PCS 7 ;
- Proposition et programmation d'une boucle de régulation pour pallier à la problématique.
- Réalisation d'un système de supervision qui permettra à l'opérateur de contrôler et de commander le système à travers divers vues ;
- Tests de notre solution avec les deux simulateurs PLC SIM et RUN TIME ainsi que la création de fonctions spécifiques pour la simulation.

Au cours de la réalisation de ce projet, nous avons rencontré les difficultés suivantes :

- Compréhension du problème mécanique dans l'ATM.
- L'identification des capteurs et leurs positions au sein de l'atelier.
- La difficulté et le danger d'accès à la zone carrière.

Si le temps qui nous était accordé était suffisant, nous aurions voulu mettre en place les actions suivantes :

- Elaborer les schémas électriques qui relient l'instrumentation aux entrées et sorties de l'automate.
- Documenter le fonctionnement dans un manuel d'utilisateur.

Nous souhaitons que ce modeste travail sera utile et pourra contribuer d'une manière ou d'une autre à apporter un plus aux lecteurs.

Bibliographie

[1] : Document de l'usine.

[3] : cour api L3 ATM USDB => système automatisé => consulté le 19/05/2021 à 20.54

[4]: <http://www.electrosup.com/actionneur.php> => actionneur consulté le 19/05/2021 à 21.37

[5]: http://lycees.acrouen.fr/maupassant/site2/BEPME/sujet03_04/com_tech/moteur_async_hrone.pdf => consulté le 19/05/2021 à 21.12

[6] : cour Actionneur et Capteur L3 ATM USDB Mr M.FAS

[7]: <https://www.pompe-moteur.fr/106-motoreducteur> => motoréducteur consulté le 20/05/2021 à 17.32

[8] : <https://www.slideshare.net/FabioSanders/hydrauliqueindustrie> => pompe

[9] : <http://www.jdotec.net/s3i/EdS/Voc/Preactionneur.php> => pré actionneur consulté le 20/05/2021 à 17.50

[10] : Cour IEA L3 ATM USDB => contacteur ; disjoncteur

[11]: Variateur de vitesse SIMOVERT. [Document électronique].

https://www.automatyka.siemens.pl/docs/DA65_10_2003-2004_E1.pdf.

[12]: Cellule MC set. https://www.schneider-electric.dz/documents/electricaldistribution/fr/shared/VP0846FR_72.pdf

[13] : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Capteur> => capteur consulté le 21/05/2021 à 18.04

[14] : https://download.schneider-electric.com/files?p_Doc_Ref=DIA4ED2151201EN => arrêt d'urgence à câble. Consulté le

[15]: https://www.overblog.com/Les_capteurs_inductifs_principe_et_applications-1095203942-art137628.html => Les capteurs inductifs [Document électronique]. Consulté le 26/05/2021.

[16] : <https://www.usinenouvelle.com/expo/medias/3/5/7/002274753.pdf> => Fichier produit VEGACAP 62 [Document électronique]. Consulté le 26/05/2021

[17] : <https://www.vega.com/fr-fr/produits/catalogue-produits/mesure-de-niveau/radar/vegapuls-sr-68> => consulté le 26/05/2021

[18] : https://cira-descartes.etab.ac-lyon.fr/spip/IMG/pdf/Affiche_Pt100v3.pdf => Sonde de température. Consulté le

[19] : <https://www.tecnoland.fr/capteur-emetteurrecepteur-fdrfqr50/> => capteur de niveau à Barrière-onde

Bibliographie

[20] : https://catalog.chauvin-arnoux-energy.com/enerdis_fr/t82n-par1232b.html
=>transducteur de puissance. Consulté le 16/06/2021.

[21]: www.automation.siemens.com consulté le

[22] : Cours RPCI Mr.Bennila.N/USDB

[23]: *Système de conduite de processus PCS 7 GettingStarted - Part 1 (V7.1), Mise en route*
,03/2009 A5E02122224-01

[24] : Process Control System PCS 7, Library, Edition 01/2004 A5E00180685-02

[25]: *Reference Manual Objects for Function Block Library ILS_CEM (siemens)*

[26]: *SIMATIC HMI, WinCC flexible 2008 Compact / Standard / Advanced, Manuel*
d'utilisation 07/2008 A5E01024767-

[27]: Pdf de création d'un nouveau projet Mr.ABBAD.CH/SCMI

[28]: Cours Supervision Industrielle Mr.Bennila.N/USDB

A.1-Introduction générale

La Société des Ciments de la Mltija (S.C.MI) est une filiale de Groupe Industriel des Ciments d'Algérie (GICA). En partenariat avec Lafarge depuis juin 2008, la société S.C.MI enregistre une production importante de ciment. Pour le premier semestre 2011, celle-ci a atteint 500 000 tonnes ET 1 067 000 tonnes de ciment Durant l'année 2014.



Figure A.1- Vue générale de l'entreprise

A.2-Présentation de la S.C.MI

Plus 96% des capacités de production de ciment en Algérie sont le fait de deux grands groupes, GICA (public) et Lafarge-Holcim. Ces derniers produisent respectivement 13.5 millions de tonnes et 11.1 millions de tonnes. Ces entreprises ont recours aux techniques de production les plus récentes basées sur l'automatisation et la supervision.

La capacité de production de l'Algérie, qui compte 17 cimenteries en service, est passée de 20 à 25 millions de tonnes entre de 2015 et 2017 grâce à la réception de plusieurs projets d'extension ou de nouvelles cimenteries. Si la production nationale a augmenté, la demande a suivi la même courbe ces dernières années. Celle-ci est en effet passée de 20 millions de tonnes en 2010 à 26 millions de tonnes en 2016. Pour couvrir cette demande la cimenterie GICA est dans l'obligation de produire davantage de quantité tout en offrant une bonne qualité de produit.

a. Superficie de l'usine

429601m²=43Hect dont :

- Chaîne de fabrication : 40327m².
- Bâtiment administratif : 620m².
- Magasin : 1450m².

- Bâtiment sociaux : 1400m².

b. Raison sociale

- Société de Ciment de la Mitija par abréviation **S.C.MI**.

c. Activité

- Production et commercialisation des ciments ordinaires, spéciaux et tous autres matériaux de construction.

d. Forme Juridique

- Société Par Action(**S.P.A**).

e. Capital Social

- 1 400 000 000 DA, détenu 65% par le Groupe Industriel des Ciments d'Algérie (G.I.C.A) et à 35% par le Groupe LAFARGE Financière.

f. Effectif au 08 aout 2012

- 507 employés.

g. Date d'entrée en partenariat avec le Groupe Lafarge Holcim

- Septembre 2008.

h. Localisation

- La S.C.MI est implantée dans la commune de Meftah, Daïra de Meftah, Wilaya de Blida, elle est située à 27Km au SUD-EST d'Alger, elle est à dizaine de kilomètre de la gare Oued-Smar et à quinzaine de Kilomètre de l'aéroport international d'Alger, elle est localisée à proximité de la route nationale N°29 reliant la commune de Meftah à celle de Khemis El Khachna à l'EST et l'Arbaa à l'OUEST à la base de DJEBAL ZEROUALA (Au lieu dit El Khadra).



Figure A.2-Localisation géométrique de la cimenterie de Meftah.

I. Réalisation

La cimenterie a été réalisée dans le cadre du premier plan quadriennal (1970-1973) qui entre dans le processus d'industrialisation de l'Algérie, doter le pays d'une infrastructure nécessaire à une industrie de base.

Elle a été individualisée par décision N°71-20DI de Mars 1971. La formule de réalisation retenue est du lot. Son coût s'est élevé à 680 000 000 Da au lieu de 336 600 000 DA.

La supervision a été assurée par le bureau-conseil canadien Surveyer Nenninger et Chenevert (S.N.C).

Elle est indispensable dans une véritable indépendance économique.

I.1- Principaux constructeurs

- Kawasaki Heavy Industries. Ltd (K.H.I).
- Fives-Cail Babcock (F.C.B).

I.2- Date de mise en service

- 31 Janvier 1975, démarrage du cru.
- 06 Mai 1975, allumage du four.
- 01 Septembre 1975, production de ciment.
- 06 Janvier 1975, commercialisation du ciment.

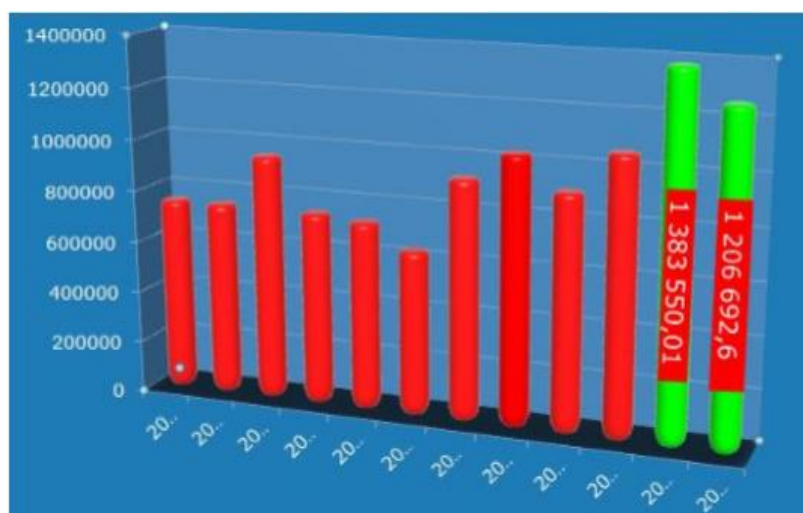


Figure A.3- Réalisation du ciment.

A.3-Sécurité au sein de la cimenterie (Induction)

La société des ciments de la Mitidja agit au quotidien pour garantir la sécurité de son personnel dans la cimenterie et prévenir les accidents du travail.

L'industrie cimentière veille, tout naturellement, à ce que soient respectées le plus strictement possible par tous, les règles, les consignes et les obligations en vigueur (soulier, port du casque, gants, masque de protection, Lunettes...)



Figure A.4-Safety induction

En outre, l'industrie cimentière mène un travail sur l'attitude et le comportement de chacun afin de comprendre et de prévenir le maximum de risques. Consciente que dans ce domaine en particulier, il ne faut jamais relâcher les Efforts, elle établit chaque année un bilan avec un objectif d'atteindre un nombre minimal des accidents.



Figure A.5- Les règles santé et sécurité.

A.4-La cimenterie et l'environnement

La SCMI est dotée d'une Politique Environnementale, qui est une déclaration écrite et signée par La direction affichant clairement :

- Sa volonté d'améliorer l'état environnemental de l'usine - Un cadre à son action pour atteindre ses objectifs et cibles environnementaux.

- Un acte d'engagement de la SCMI envers les autorités et les habitants de Meftah.

La SCMI met tous les moyens technologiques pour maitriser le niveau des émissions de poussières.



Figure A.6-Filtres à manches.



Figure A.7- Electro filtres.

Caractéristique de la partie opérative

B.1-Les moteurs asynchrones

Référence	ENEL.890-100-280
Tension d'alimentation	380 V
Couplage	Triangle
Courant	86A
Puissance	45Kw
Déphasage	Cos 0.86
Vitesse de synchronisme	1000 Tr/min
Fréquence	50Hz
Protection	IP 54

Tableau B.1. Caractéristiques des moteurs (Maître, Esclave).

B.2-Moteurs

Indice	Référence	U (VAC)	I (A)	P (kW)	V (tr/min)	IP
M3	HYDAC TR90L4	400	3.3	1.5	1400	55
M4	HYDAC TR90L4	400	3.3	1.5	1400	55
M5	SIEMENS	5500	128	1000	1500	56
M6	SIEMENS	5500	128	1000	1500	56
M7	ENEL890-100-2234-0041	500	80	45	1500	54
M8	L-SAMMER AI S112Y3	400	10	5.5	3000	55
M9	BAEUR G13-107DK74.178	400	1.2	0.37	1330	65
M10	ENEL890-100-2204-0041	400	72	37	1500	54
M11	NORO SK90S/4	400	2.8	1.1	1500	54
M12	NORO SK90S/4	400	2.8	1.1	1500	54

Tableau B.2. Caractéristiques des moteurs.

B.3-Pompe

Référence	LINCOLIN P212
Pression supportée	350 bar
Tension d'alimentation	380–420 V AC / 50 Hz
Viscosité de la graisse	40 mm ² /s
Température de travail	-20°C... +70°C
Indice de Protection	IP55

Tableau B.3. Caractéristiques de la pompe.

B.4- Disjoncteurs moteurs

Constructeur	Schneider					
Référence	GV3ME	GV2ME	GV2P16	GV2ME0	GV2P08	GV3ME
	80	08		6		80
Description des pôles	3P	3P	3P	3P	3P	3P
Puissance moteur (kW)	37	1.5	5.5	0.37	1.1	45
Pouvoir de coupure (kA)	15	100	100	100		15
Courant de déclenchement magnétique (A)	1040	51	170	22.5	51	1040
Tension d'isolement (V)	690	690	690	690	690	690
Courant thermique conventionnel (A)	80	4	14	1.6	4	80
Indice de Protection	IP20	IP20	IP20	IP20	IP20	IP20

Tableau B.4- Caractéristiques des disjoncteurs moteurs

B.5-Contacteurs

Constructeur	Schneider					
Référence	LC1K06 016BLS 207	LC1D12 BD	LC1K06 016BLS 207	LC1D65 ABD	LC1K090 16BLS20 7	LC1D80 BD
Moteur commandé	M3 M4	M8	M9	M10	M11 M12	M7
Nombre de pôles	3P(NO)	3P(NO)	3P(NO)	3P(NO)	3P(NO)	3P(NO)
Application	Commande moteur					
Catégorie d'emploi	AC-1 AC-3 AC-4					
Tension circuit de commande	24V DC					
Tension d'emploi (V)	<= 690	<= 690	<= 690	<= 690	<= 690	<= 690
Courant d'emploi (A)	0.25	12	0.25	65	9	80
Pouvoir de coupure (A)	110	250	110	1000	110	1100
Indice de protection	IP20	IP20	IP20	IP20	IP20	IP20

Tableau B.5- Caractéristiques des Contacteurs.

B.6- Variateur de vitesse maître

Référence	SIMOVRT VC 6SE7131-8EC61-3BA0
Tension d'alimentation	380-400V
Puissance nominale du moteur	90 kW
Puissance de sortie	2.4kW à 2.5Hz
Courant d'entrée	205A
Courant de sortie	186A
Fréquence d'entrée	50Hz
Fréquence de sortie	0...600Hz
Température de travail	0...+40°C
Indice de Protection	IP20

Tableau B.6- Caractéristiques de variateur de vitesse maître.

B.7-Variateur de vitesse esclave.

Référence	SIMOVRT VC
Tension d'alimentation	380-400V
Puissance nominale du moteur	45kW
Puissance de sortie	1.3kW à 2.5Hz
Courant d'entrée	101A
Courant de sortie	92A
Fréquence d'entrée	50Hz
Fréquence de sortie	0...600Hz
Température de travail	0...+40°C
Indice de Protection	IP20

Tableau B.7-Caractéristiques de variateur de vitesse esclave.

B.8-Cellule

Référence	Schneider MCset
Tension assignée (kV)	7,2
Niveaud'isolement	50 Hz/1 mn (kV eff.): 20 1,2/50 μ s (kV crête): 60
Unité fonctionnelle avec disjoncteurs	Courant de courtes durées admissibles maximales ¹ : 40(kA/3 s) courant nominal : 3900A
Unité fonctionnelle avec contacteur	Courant de courtes durées admissibles maximales :50 (kA/3 s) courant nominal : 250 A
Unité fonctionnelle avec disjoncteur vide	Courant de courtes durées admissibles maximales :40 (kA/3 s) courant nominal : 2500A
Unité fonctionnelle avec contacteur vide	Courant de courtes durées admissibles maximales :50 (kA/3 s) courant nominal : 250 A

Tableau B.8-Caractéristiques de la cellule.

B.9-Interrupteur de fin de course.

Référence	XCRT
Tension d'alimentation	240VAC
Signal de sortie	24VDC
Courant maximal	3A
Interrupteur	Deux (1NO+1NC)
Vitesse d'attaque nominale	0.01m /min
Température de travail	-25°C à +70°C
Fréquence des opérations	3600 opération/heure max
Durée mécanique des interrupteurs	1million d'opération
Degré Protection	IP 65

Tableau B.9- Caractéristiques d'Interrupteur de fin de course.

B.10- Détecteur de proximité inductif.

Référence	SETEM M3001
Tension d'alimentation	240VAC
Signal de sortie	24VDC
Fréquence max	4 Hz
Température de travail	-25°C à +70°C
Plage d'impulsion	3600 opération/heure max
Protection	IP 65

Tableau B.10- Caractéristiques de détecteur de proximité inductif

B.11-Détecteur de niveau capacitif.

Référence	VEGACAP 62
Tension d'alimentation	10...36VDC
Signal de sortie	24VDC
Température de process	0...6m
Plage d'impulsion	-50°C.....200°C
Protection	IP 67

Tableau B.11- Caractéristiques de détecteur de niveau capacitif.

B.12-Capteur de niveau à radar

Référence	VEGAPLUS 68
Tension d'alimentation	9.6.....36 V DC
Signal de sortie	4-20 mA
Plage	Max 35 m
Température de process	-1...+40 bar
Degré de protection	IP 66

Tableau B.12-Caractéristique de Capteur de niveau à radar.

B.13- Sonde de température

Référence	ThermoES011111
Type de montage	3 fils
Tension d'alimentation	24VDC
Type de sortie	RTD
Entendue de mesure	-200°C...600°C
Longueur du fil	
Protection	IP 65

Tableau B.13- Caractéristiques de la sonde de température.

B.14- Barrière à micro-ondes.

Référence	Soliwave FQR50/FDR50
Tension d'alimentation	42...230 VAC
Signal de sortie	4-20mA
Plage de mesure	0 ...20 m
Température ambiante	-40...+70°C
Température de procès	-40 C°...80 C°
Indice de protection	IP66

Tableau B.14- Caractéristiques de capteur de niveau avec Barrière à micro-ondes.

B.15-Transducteur de mesure de puissance.

Référence	xckm115
Tension d'alimentation	240 VAC
Signal de sortie	4-20mA
Courant nominal	0.15...5A
Plage de mesure	0...1.4 MW
Température de travail	-10°C... +60°C
Indice de Protection	IP20

Tableau B.15-Caractéristiques du transducteur de mesure de puissance.

C.1-C_Group

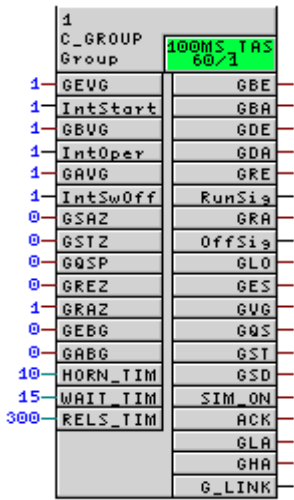


Figure C.1- Le bloc C_Group.

Connecteurs	Fonctionnement	Connecteurs	Fonctionnement
GEVG	Condition de démarrage	GBA	Commande arrêt des blocs de groupe
GREZ	Marche complète	GRE	Sortie de Marche complète
GRAZ	Arrêt complet	GLO	Commande mode locale
GEBG	Commande marche de groupe	GES	Commande mode individuel
GABG	Commande arrêt de groupe	GQS	Arrêt d'urgence des blocs de groupe
GBVG	Condition Permanente	ACK	Acquittement des blocs
GBE	Commande marche des blocs de groupe	G_Link	Bloc impliqué dans le groupe

Tableau C.1-Les entrées et les sorties du bloc C_Group.

C.2-C_ANNUNC

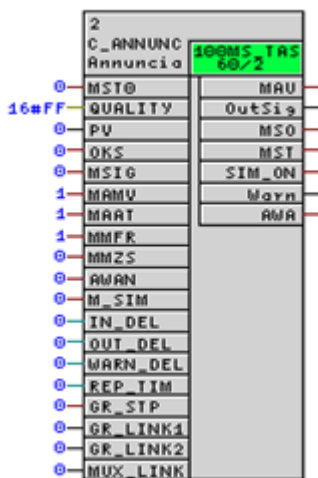


Figure C.2-Le bloc C_ANNUNC

Connecteurs	Fonctionnement
MSTO	Signal d'entrée (TOR)
MSIG	Signal
GR_LINK 1 / 2	Impliqué dans le C_Group
MAV	Commande de marche

Tableau C.2-Les entrées et les sorties du bloc C_ANNUNC.

C.3-C_Drive_D1

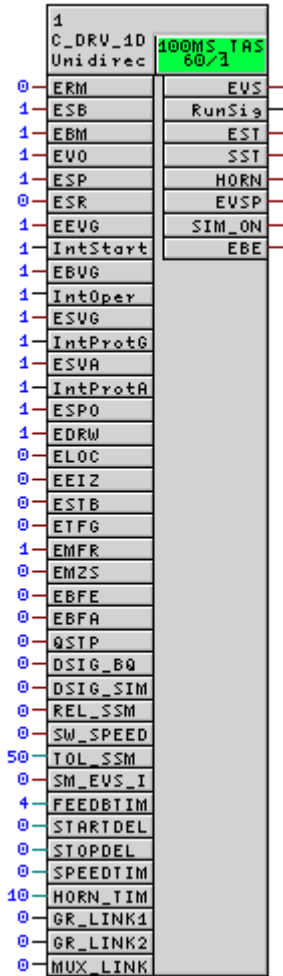


Figure C.3-Le bloc C_DRV_D1.

Connecteurs	Fonctionnement	Connecteurs	Fonctionnement
ERM	Réponse de marche	EBFE	Commande marche automatique
EVO	Commutateur local	EBFA	Commande arrêt automatique
ESVG	Verrouillage de sécurité	QSTP	Arrêt d'urgence
ELOC	Activation du mode local	ESB	Disponibilité électrique
EEIZ	Activation du mode de démarrage unique	EVS	Routeur marche
EQIT	Acquittement	EBE	Commande-ON
EBVG	Condition de marche	GR_LINK1/2	Impliqué dans le C_Group

Tableau C.3-Les entrées et les sorties du bloc C_DRV_D1.

C.4-Interlock

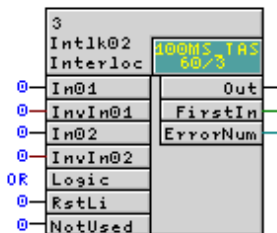
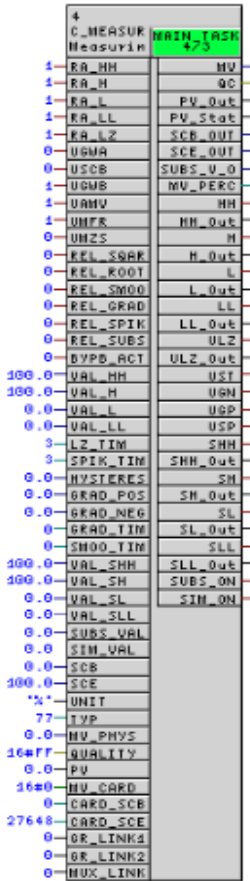


Figure C.4-Le bloc Intlk.

Connecteurs	Fonctionnement
IN01	Entrées d'Interlock
IN02	Entrées d'Interlock
Logic	Modifier la logique AND ou OR selon les conditions
Out	Sortie sélectionnée selon la condition

Tableau C.4-Les entrées et sorties du bloc Intlk.

C.5-C_MEASUR

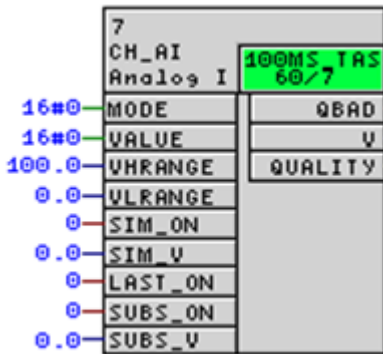


Connecteurs	Fonctionnement
MV_PHYS	Mesure avec l'entrée physique.
SCE	La valeur maximale de l'échelle
SCB	La valeur minimale de l'échelle
UNIT	Choix de l'unité ça dépend la mesure (Kw, A, V...etc.)
VAL_H	Valeur maximale de la mesure
VAL_L	Valeur minimale de la mesure
MV	Image de l'entrée MV_PHYS
Type	Type 77 Importer la valeur mesurée au format REAL.

Tableau C.5-Les entrées et sorties du bloc C_MEASUR.

Figure C.5-Le bloc C_MEASUR.

C.6-CH_AI



Connecteurs	Fonctionnement
SIM_ON	Signal d'entrée TOR
SUBS_V	Verrouillage arrêt
QBAD	Commande de marche des blocs de groupe
V	Commande Arrêt des blocs de groupe

Figure C.6-Le bloc CH_AI.

Tableau C.6-Les entrées et les sorties du bloc CH_AI.

C.7-CTRL_PID

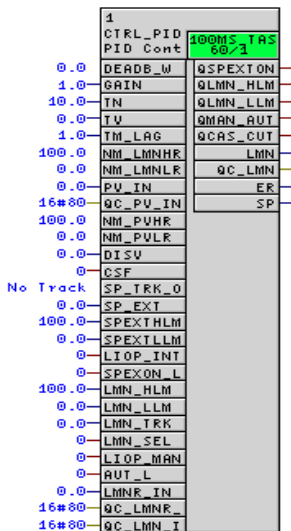


Figure C.7-Le bloc CTRL_PID.

Connecteurs	Fonctionnement
PV_IN	Suivi du point de consigne
LMNR_IN	Retour LMN
LIOP_MAN	Mode manuel
AUT_L	Mode Automatique
SP	Consigne
LMN	Consigne en %

Tableau C.7-Les entrées et sorties du bloc CTRL_PID.

C.8-AFP

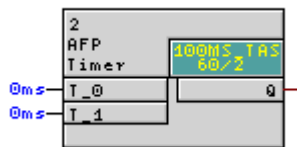


Figure C.8-Le bloc AFP.

Connecteurs	Fonctionnement
T_0	Durée du front montant
T_1	Durée du front descendant
Q	Sortie d'impulsion

Tableau C.8-Les entrées et sorties du bloc AFP

C.9-C_Select

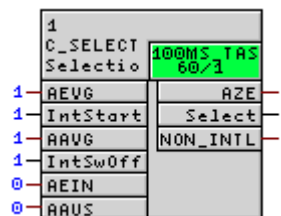


Figure C.9-Le bloc C_Select.

Connecteurs	Fonctionnement
AEVG	Signal d'entrée (entrée TOR)
AAVG	Verrouillage arrêt
AEIN	Entrée de la sélection
AAVS	Blocage de la sélection
Select	Commande marche des blocs de groupe

Tableau C.9-Les entrées et sorties du bloc C_Select

C.10-Timer_P

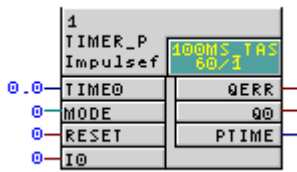


Figure C.10-Le bloc Timer_P.

Connecteurs	Fonctionnement
TIMEO	Signal d'entrée (entrée TOR)
MODE	Verrouillage arrêt
IO	Entrée d'activation du timer
QO	Commande marche des blocs de groupe

Tableau C.10-Les entrées et sorties du bloc Timer_P.

C.11-Smooth

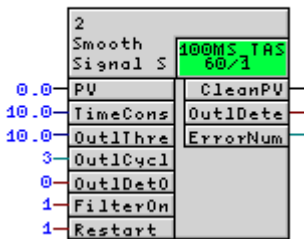


Figure C.11-Le bloc Smooth.

Connecteurs	Fonctionnement
PV	Mesure réelle
CleanPV	Mesure avec lissage

Tableau C.11-Les entrées et sorties du bloc Smooth

C.12-Sel_R



Figure C.12-Le bloc Sel_R.

Connecteurs	Fonctionnement
K	Si K=1 ;OUT=IN1 Si non OUT=IN0
IN0	Condition n°1
IN1	Condition n°2
OUT	Sortie sélectionnée

Tableau C.12-Les entrées et sorties du bloc Sel_R

C.13-ADD_R

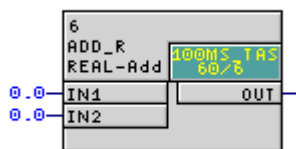
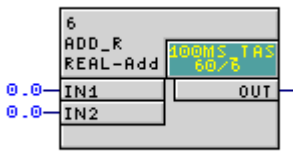


Figure C.13-Le bloc ADD_R.

Connecteurs	Fonctionnement
IN1	Valeur n°1
IN2	Valeur n°2
OUT	Addition des deux valeurs

Tableau C.13-Les entrées et sorties du bloc ADD_R

C.14-SUB_R



Connecteurs	Fonctionnement
IN1	Valeur n°1
IN2	Valeur n°2
OUT	Soustraction des deux valeurs

Figure C.14-Le bloc SUB_R. Tableau C.14-Les entrées et sorties du bloc SUB_R

C.15-Flow sheet de l’atelier concassage

C.15.1-Séquence (1) :Transport_KHD.

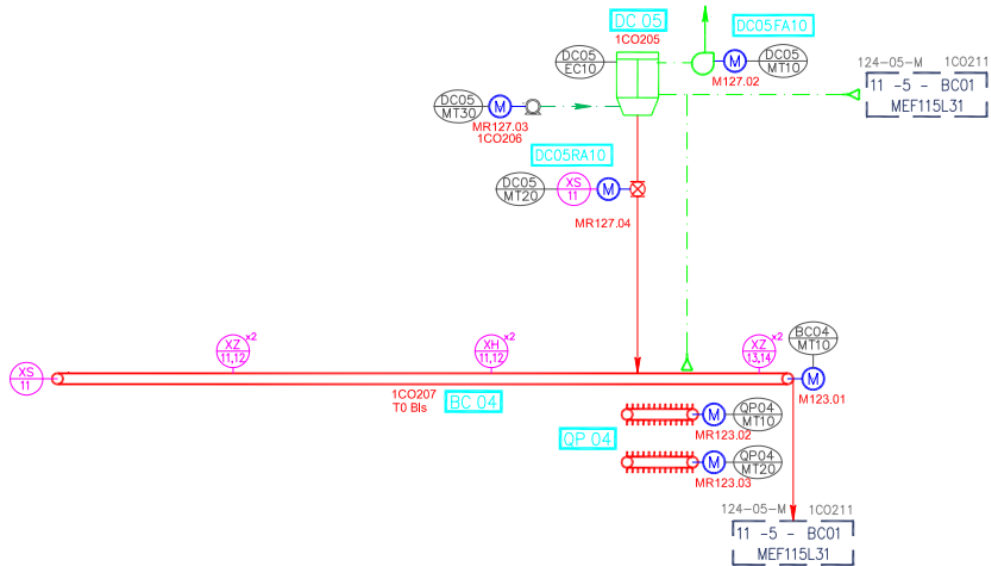


Figure C.15.1-Flow sheet de la séquence (1).

C.15.2-Séquence (2) :Concasseur_KHD.

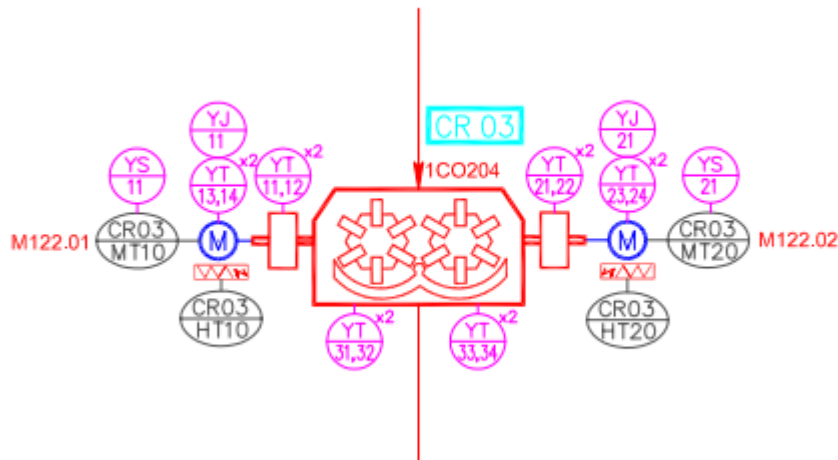


Figure C.15.2-Flow sheet de la séquence (2).

C.15.3-Séquence (3) :Alimentateur_KHD.

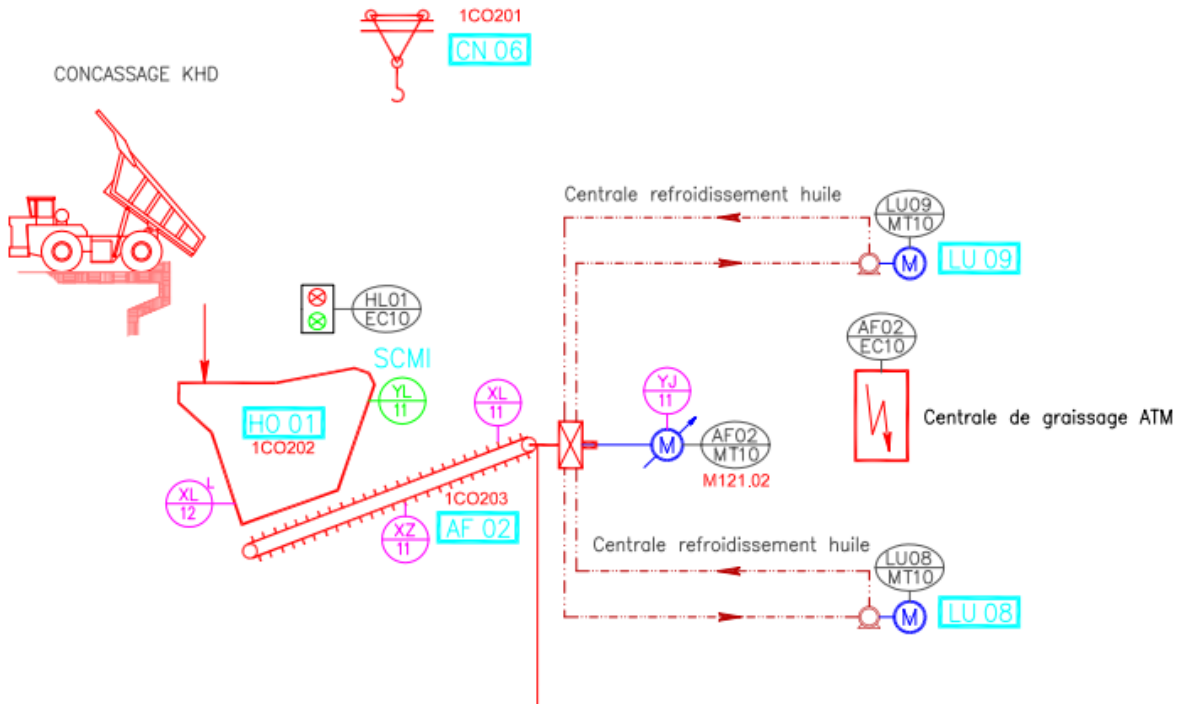


Figure C.15.3-Flow sheet de la séquence (3).

C.16.Rapport de réduction.

Sortie du réducteur :

Couple de sortie	Md2	[Nm] :	130'000
Vitesse de sortie	n2	[min-1] :	2.50
Puissance de sortie	P2	[kW] :	34.03

15

Etage	Couple	Vitesse	Rapport	Durée de la vie des roulements	Coefficient de sécurité	
Typ	Md	n	i	Lh10	SF	SH
	[Nm]	[min-1]	[-]	[h]	[-]	[-]
272	130'000	2.5	4.333	74'173	1.55	1.12
241	30'615	10.8	3.333	20'454	2.63	1.43
232	9'373	36.1	5.000	19'450	2.56	1.04
223	1'913	180.5	6.273	7'943	2.49	1.02

Rapport du reducteur i_{tot} [-] : 452.970
 Rendement du reducteur n_{tot} [-] : 0.922

Moteur hydraulique

Couple	Md1	[Nm] :	311
Vitesse	n1	[min-1] :	1'132.42
Puissance	P1	[kW] :	36.90
Pression	p	[bar] :	185
Cylindrée par rev. (theor.)		[lU] :	60.35
Durée de la vie B	Lh10	[h] :	29'639

280

Figure C.16.Rapport de réduction