



**Université Mohamed Khider de Biskra**  
**Faculté des Sciences et de la Technologie**  
**Département de génie électrique**

# **Mémoire de Master**

**Sciences et Technologies**  
**Automatique et informatique industrielle**

Réf. :

---

**Présenté et soutenu par :**

**Lakhdari Hichem**

**Mechara Elhadi**

**Le : 26 juin 2022**

## ***Étude et programmation de refroidisseur de clinker IKN***

---

Jury :

Dr. Arif Ali	Pr	Université Biskra	Président
Dr. Mihi Asia	MCA	Université Biskra	Examineur
Dr. Guettaf Abderazzak	Pr	Université Biskra	Encadreur

Année universitaire : 2021/2022



Université Mohamed Khider de Biskra  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département de génie électrique

# Mémoire de Master

Sciences et Technologies

Automatique

Automatique et informatique industriel

Réf. : Entrez la référence du document

---

## *Étude et programmation de refroidisseur de clinker*

*IKN*

Le : Dimanche 26 juin 2022

*Présenté par :*

- Lakhdari Hichem
- Mechara Elhadi

*Avis favorable de l'encadreur :*

- Guettaf Abderazzak

**Signature Avis favorable du Président du Jury**

Arif Ali

**Cachet et signature**

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement Supérieur et de la recherche scientifique



Université Mohamed Khider Biskra

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de Génie Electrique

**Filière : Automatique**

**Option : Automatique et informatique industrielle**

***Thème :***

**Étude et programmation de refroidisseur de clinker IKN**

**Proposé par : Lakhdari Hichem-Mechara Elhadi**

**Dirigé par : Guettaf Abderazzak**

## RESUMES :

Ce travail réalisé au sein de l'usine Biskria cimenterie présente l'étude et programmation de la machine (refroidisseur de clinker ikn), et la réalisation d'un programme qui assure la mise en marche de cette machine. Pour cela on a utilisé un programme sous l'environnement du logiciel TIA portal pour que l'automate SIMENS S7-1200 assure le bon fonctionnement de cette machine. Le TIA portal contient un simulateur d'automate SIEMENS tel que le S7-1200. Nous l'avons utilisé dans notre projet pour simuler des programmes et de faire la communication vue de l'absence de l'automate réel. Pour la supervision nous avons utilisé le logiciel WinCC.

**Mots Clés :** l'usine Biskria cimenterie ; IKN ; automate programmable industriel ; logiciel TIA Portal ; logiciel WinCC

## ملخص:

يقدم هذا العمل المنفذ داخل مصنع الإسمنت بسكرية دراسة وبرمجة الآلة (refroidisseur ikn) وإنتاج برنامج يضمن بدء تشغيل هذه الآلة. لهذا الغرض استخدمنا برنامجا TIA-Portai واخترنا معالج API : (1214c) S7-1200 لتوفره على جميع الميزات التي نبحث عنها و ذلك لضمان حسن سير العمل، ويحتوي برنامج TIA على محاكي يدعى WIN-CC Advanced استخدمناه في مشروعنا لمحاكاة البرنامج.

الكلمات المفتاحية: إسمنت بسكرية SPA، مبرد IKN، أتمتة، API، Tia portal، WINCC Advanced

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۱۴۳۸

## **Dédicaces**

Je dédie ce modeste travail

A mes très chers parents

A mes frères et mes sœurs

A toute Ma famille

A tous mes amis

A tous mes collègues de la promotion 2022

A tous ceux qui m'aiment et qui me sont chers

## **Dédicaces**

Je dédie ce modeste travail à : A mes parents, Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour Dont ils ne cessent de me combler, Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

A celui que j'aime beaucoup et qui m'a soutenue tout au long de ce projet : mes sœurs surtout Halima et bien sûr à mes frères Issam et nadhir.

A tout ma famille, et mes amis, A mon binôm Elhadi, Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci.

**Lakhdari Hichem**

## **REMERCIEMENTS**

Je remercie Dieu le tout Puissant qui m'a donné la force et la volonté pour réaliser ce modeste travail.

Je tiens à remercier en premier lieu Pr. Guettaf Abderazzak d'avoir accepté d'être mon encadreur durant de ce travail, et pour la confiance qu'elle m'a donnée et ses précieux conseils.

Mes remerciements vont également aux membres de jury d'avoir accepté de juger mon travail Arif Ali et Mihi Asia

Je remercie l'équipe et les travailleurs d'usine Biskria cimenterie, qui m'a ouvert leurs portes et donné l'opportunité de réaliser ce projet, Surtout le chef MR. YAGOUB Ibrahim et tous ceux qui m'a aidé durant mon stage pratique.

Je conclurai, en remerciant vivement toute ma famille qui m'a toujours Supporté moralement et financièrement pendant toutes mes longues années d'étude.

# Liste De Figure

## CHAPITRE I

Figure I.1:Organigramme de SPA Biskria Ciment.....	4
Figure I.2 :Composition et mélange des matières premières .....	5
Figure I.3:Processus de Fabrication.....	5
Figure I.4 :Abbatage.....	6
Figure I.5 :Transport.....	6
Figure I.6 :Concassage et transport .....	6
Figure I.7 :L'intérieure de polaire (Stockeur, Hertz, Gratteur).....	7
Figure I.8 :Doseur .....	8
Figure I.9 :Broyeur .....	8
Figure I.10 :Préchauffage et cuisson .....	9
Figure I.11 :Le Four Rotatif .....	9
Figure I.12 :Broyage ciment .....	10
Figure I.13 :Ensachage et expédition .....	11
Figure I.14 :Processus de fabrication du ciment.....	11

## CHAPITRE II

Figure II. 1: Vue d'ensemble du refroidisseur pendulaire IKN.....	15
Figure II. 2: Effet Coanda .....	17
Figure II. 3: Vue schématique d'un système KIDS comportant 3 ventilateurs.....	18
Figure II. 4: Construction de la garniture d'étanchéité des plaques de rive .....	19
Figure II. 5 : Groupe hydraulique .....	20
Figure II. 6 : Refroidisseur huile/ eau.....	21
Figure II. 7 : Indicateur de niveau d'huile .....	22
Figure II. 8 : Capteur de température d'huile et de niveau d'huile (analogique).....	23
Figure II. 9: Filtre à huile, avec système de surveillance continue de pression différentielle.....	24
Figure II. 10 : Vanne manuelle de pompe et détecteur de proximité .....	24
Figure II. 11 : Vanne directionnel 4/3proportionnel.....	25

Figure II. 12 : Soupapes de décharge de pression .....	25
Figure II. 13 : Vérin hydraulique du système d'entraînement de grille.....	26
Figure II. 14 : Accumulateur de pression du circuit principal de pression .....	28
Figure II. 15 : Bloc de sécurité.....	28
Figure II. 16 : Concasseur à 4 rouleaux avec transmissions et moteurs.....	29
Figure II. 17 : Interrupteur de proximité de la régulation de vitesse .....	30
Figure II. 18 : Panneau de commande du concasseur .....	31

### **CHAPITRE III**

Figure III.1: Structure d'un système automatisé .....	34
Figure III. 2 : Structure d'un système automatisé .....	35
Figure III. 3 : L'automate programmable S7-1200 et ces modules .....	37
Figure III. 4 : La CPU S7-1214C (AC/DC/RLY).....	39
Figure III. 5 : L'état des modes fonctionnement de S7-1200 .....	39
Figure III. 6 : Interface Homme-Machine.....	41
Figure III.7: INTERFACE HOMME-MACHINE .....	41

### **CHAPITRE IV**

Figure IV. 1 :Logo de Tia Portal V17 .....	45
Figure IV. 2:Vue de portail .....	45
Figure IV. 3: Vue de projet. ....	46
Figure IV. 4:TABLES DES VARIABLES E/S .....	48
Figure IV. 5:Les Blocs Des Programmes.....	49
Figure IV. 6:Le Bloc Principale OB1 .....	50
Figure IV. 7:LE FONCTION STANDARD .....	51
Figure IV. 8:Le Fonction Motors.....	52
Figure IV. 9:Le Fonction Analog Reading .....	53
Figure IV. 10:Le Fonction De Flow .....	54
Figure IV.11:Le Fonction De Régulateur PID .....	55
Figure IV. 12:Courbe de régulation de nombre de courses .....	55
Figure IV. 13:Le Fonction De Calcule .....	56

Figure IV. 14:Le Fonction De Résultat De Calcule .....	57
Figure IV. 15:Le Fonction De Vérin .....	58
Figure IV.16: vue de system hydraulique .....	59
Figure IV. 17: La Vue de refroidisseur .....	60
Figure IV. 18: La Vue de refroidisseur quand ça march pas .....	60
Figure IV. 19: La Vue de refroidisseur quand il fonctionne .....	61
Figure IV. 20: Les vues des courbes .....	61

#### **ANNEXE A**

Figure A. 1: Schéma de commande.....	68
Figure A. 2: Schéma de puissance.....	69

#### **ANNEXE B**

Figure B. 1: Logo de TIA Portal V17. ....	70
Figure B. 2: Vue TIA Portal (création d'un projet).....	71
Figure B. 3: configurer et ajouter un appareil sur TIA Portal.....	72
Figure B. 4: Vue de l'interface de TIA Portal. ....	73

## **List de tableau :**

Tableau 1: Tableau de comparaison des CPU S7-1200.....	38
Tableau 2:EXPLIQUER VUE DE PORTAIL .....	46
Tableau 3:Expliquer Vue De Projet .....	47

## Liste des abréviations

**SPA** : Société par action

**LPS** : Suspension Pendulaire Linéaire

**KIDS** : système intérieur de distribution de clinker

**TDE** : Extracteur tubulaire de poussière

**CGS** : Armoire électrique principale

**LCB** : panneau de commande locale

**PO** : Partie opérative

**PC** : Partie commande

**API** : Automate Programmable industrielle.

**CPU** : Unité centrale de l'automate (Central processing unit)

**CONT** : Le langage à base de schémas de contacts.

**LIST** : Le langage de liste d'instructions.

**LOG** : Langage à Base de Logigramme

**FB** : Bloc de fonction.

**DB** : Bloc de Donnée (Data Bloc)

**FC** : Fonction.

**OB** : Bloc d'organisation.

**SIMATIC** : Siemens Automatique

**SM** : module de signaux

**S7** : Step 7

**TOR** : Tout ou rien.

**CP** : processeurs de communication.

**TIA**: Totally Integrated Automation.

**WinCC**: Windows Control Center.

**IHM** : Interface homme/machine.

**PID** : Proportionnel Intégral Dérivé.

# Sommaire

Dédicaces.....	1
REMERCIEMENTS .....	2
<i>Sommaire</i> .....	3
Introduction générale.....	1
<i>Chapitre I : Description d'usine</i> .....	3
I.1- INTRODUCTION.....	3
I.2- La définition du SPA Biskria Ciment .....	3
I.2.1- LES SERVICES.....	3
I.2.2- Organigramme de SPA Biskria Ciment.....	3
I.3- Fabrication du ciment .....	4
I.3.1- Définition du ciment.....	4
I.3.2- Processus de fabrication du ciment .....	4
<i>Zone d'extraction</i> .....	6
<i>Zone cru</i> .....	7
<i>Zone cuisson</i> .....	9
<i>Zone ciment</i> .....	10
<i>Zone expédition</i> .....	10
I.4- CONCLUSION.....	12
<i>Chapitre II : LE REFROIDISSEUR IKN</i> .....	14
II.1- INTRODUCTION.....	14
II.2- Processus de refroidisseur .....	14
II.3- Fonctionnement du refroidisseur pendulaire IKN .....	14
II.4- Composants principaux du refroidisseur pendulaire IKN.....	16
II.4.1- Corps du refroidisseur .....	16
II.4.2- Structure mobile avec système LPS (suspension pendulaire linéaire) .....	16
II.4.3- Sections de refroidissement .....	17
II.4.3.1- Système KIDS .....	18
II.4.3.2- Section du refroidisseur occupée par la grille pendulaire .....	18

II.4.3.3-	Construction de la garniture d'étanchéité des plaques de rive.....	19
II.4.4-	Groupe hydraulique.....	20
II.4.4.1-	Description du système.....	20
II.4.4.2-	Système d'entraînement de grille .....	25
II.4.5-	Système hydraulique .....	26
II.4.5.1-	Régulation de pression .....	26
II.4.5.2-	Contrôle de positionnement du vérin .....	27
II.4.6-	Ventilateurs du circuit d'air de refroidissement .....	29
II.4.7-	Concasseur à rouleaux.....	29
II.5-	Conclusion .....	31
<i>Chapitre 3 : L'automate programmable et l'interface Homme-Machine .....</i>		
III.1-	Introduction .....	33
III.2-	Historique .....	33
III.3-	Définition d'un système automatisé.....	33
III.4-	Les buts d'un système automatisé.....	34
III.5-	La structure interne d'un automate .....	34
III.6-	Définition d'un API .....	34
III.6.1-	Architecture des automates.....	35
III.6.2-	Programmation d'API .....	36
III.6.3-	Critères de choix de l'automate.....	36
III.7-	Présentation de l'API 1200.....	37
III.7.1-	Principe de fonctionnement du S7-1200.....	37
III.7.2-	Choix de la CPU .....	37
III.7.3-	Modes de fonctionnement de la CPU.....	39
III.8-	La supervision.....	40
III.8.1-	Définition de la supervision.....	40
III.8.2-	Avantage de la supervision.....	40
III.8.3-	Interface Homme-Machine .....	40
III.9-	CONCLUSION.....	41

<i>Chapitre 4 : Programmation et supervision de la IKN</i> .....	
<b>IV-1- Introduction</b> .....	43
<b>IV.2- L'environnement de travail</b> .....	43
<b>IV.2.1- Description du système</b> .....	43
<b>IV.2.2- Logiciel Tia portal</b> .....	43
<b>IV.2.3- STEP7</b> .....	43
<b>IV.2.4- SIMATIC WINCC</b> .....	44
<b>IV.3- Implémentation</b> .....	44
<b>IV.3.1- Travailler sur Tia Portal V17</b> .....	44
➤ <b>La vue du portail</b> .....	44
➤ <b>La vue du projet</b> .....	46
<b>IV.4- Partie de programmation</b> .....	47
<b>IV.4.1- Programmation d'API par TIA Portal</b> .....	47
<b>a- Table des variables E/S</b> .....	47
<b>b- Programmation</b> .....	49
<b>c- Structure du programme</b> .....	49
<b>d- Les vues de supervision et de commande</b> .....	58
<b>IV.5- Conclusion</b> .....	62
<b>Conclusion générale</b> .....	63
<i>Référence Bibliographique</i> .....	65
<b>Annexe</b> .....	
<b>Annexe A</b> .....	68
<b>Annexe B</b> .....	70

# *Introduction Générale*

## **Introduction générale :**

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

Dans l'industrie, les automatismes sont devenus indispensables : ils permettent d'effectuer quotidiennement les tâches les plus ingrates, répétitives et, dangereuses. Parfois, ces automatismes sont d'une telle rapidité et d'une telle précision, qu'ils réalisent des actions impossibles pour un être humain. L'automatisme est donc synonyme de productivité et de sécurité.

L'usine de Biskria Cimenterie (BC) est un exemple d'automatisation fabrication en Algérie. Où il s'agit de l'une des plus grandes usines du processus de production et la raison en est due à la disponibilité d'équipements appropriés. Le rôle humain se limite à superviser et contrôler les différents paramètres des machines Assurer le bon fonctionnement de la chaîne de production et une réponse dans les plus brefs délais.

L'objectif de la formation que nous avons faite à l'intérieur de la cimenterie de Biskria SPA est d'étudier le processus d'étude du système de refroidissement de clinker ikn basé sur l'automate industriel programmable (PLC) Simense S7/1200 tout en s'assurant du bon fonctionnement du système. L'étude comprend un ensemble de données de base, comprenant d'abord la connaissance de l'état dans lequel se trouve le système, puis l'approche d'une étude technique de son travail. C'est Travailler à mettre en œuvre le contrôle des systèmes automatisés.

Pour étudier et programmer le système, nous avons utilisé le programme TIA PORTAL V17 pour lui fournir toutes les fonctionnalités que nous recherchons afin d'assurer le bon fonctionnement du système, et le programme TIA contient un simulateur appelé WIN-CC Advanced que nous avons utilisé dans notre projet pour simuler le programme.

Notre projet se compose de quatre chapitres :

- Nous avons parlé dans le premier chapitre du fonctionnement du système de production de ciment.
- Chapitre Deux Nous avons parlé du dispositif de refroidissement de clinker IKN de la cimenterie, et nous avons évoqué plusieurs éléments, dont sa définition et son fonctionnement.
- Le troisième chapitre consiste en une présentation du système automatisé et de l'automate programmable S7/1200.
- Au chapitre 4, nous avons exécuté le logiciel et la simulation sur TIA PORTAL 17 et WinCC.

# *Chapitre I :*

## *Description d'usine*



**I.1- INTRODUCTION :**

Les matières premières et notamment les ressources minérales ont pris une grande importance depuis plusieurs décennies et conserveront dans les années à venir une place majeure dans les préoccupations dans les milieux politiques, économiques et sociaux, que ce soit à l'échelle nationale ou internationale elles constituent des atouts pour tout développement industriel en générale et au développement des industries de base en particulier. La cimenterie SPA Biskria Ciment est une combinaison de plusieurs départements ; de fonctionnement interne et d'autres externes. Les importants départements sont ; matières premières et production de ciment Le calcaire est la composition principale du ciment et en deuxième l'argile et d'autres ajouts secondaires (Fer, Gypse). [1]

Le but de cette société est d'améliorer leur efficacité au niveau du développement socio-économique en Algérie, et conforter s'avantage concurrentiel au niveau national et international. Donc leur objectif :

- En premier lieu consiste à satisfaire le marché national d'un produit local tout en permettant un accès stable aux matériaux de construction en termes de qualité, de choix, de service à des prix abordables.
- En deuxième lieu d'ouvrir des marchés internationaux.

Notre travail de recherche élaboré, met en évidence un résumé de mon stage dans l'usine Biskria Cimenterie (B.C).

L'objectif de ce présent chapitre, est d'expliquer le Processus de fabrication du ciment et l'étude théorique des systèmes automatisés de la production et qui va être présenté.

**I.2- La définition du SPA Biskria Ciment :**

La société BISKRIA CIMENT est une entreprise de fabrication et ventes des ciments au Capital social : 870.000.000,00 DA. Pour bien connecter leur siège. [1]

- Raison sociale : Société de BISKRIA CIMENT
- E-mail : [contact@biskriaciment-dz.com](mailto:contact@biskriaciment-dz.com)
- E-mail : [biskria.spa@gmail.com](mailto:biskria.spa@gmail.com)

**I.2.1- LES SERVICES :**

La cimenterie possède trois (03) lignes de productions avec une capacité totale de 6 millions

T/an, aussi La S.P.A BISKRIA CIMENT procède trois secteurs :

- Secteur administratif : contient de services administratifs pour gérer la société.
- Secteur industriel : contient les trois lignes de production.
- Secteur commerciale : contient le service de vente et d'expédition. [1]

**I.2.2- Organigramme de SPA Biskria Ciment :**

Une vue générale de l'organigramme de l'entreprise SPA Biskria Ciment et ces différents services.

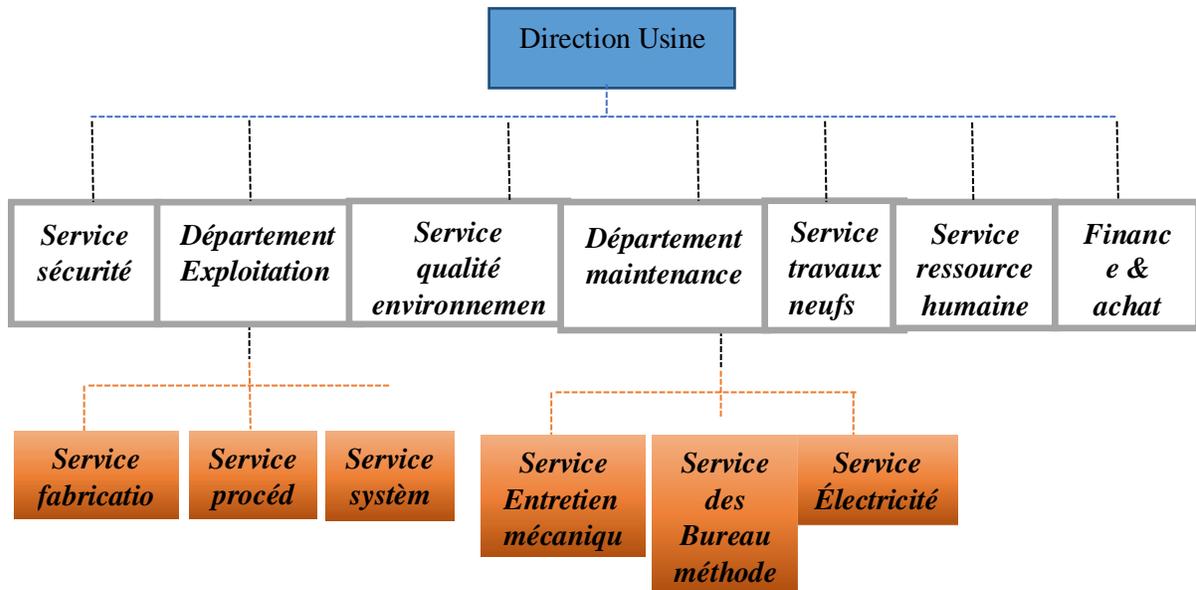


Figure I.1 : Organigramme de SPA Biskria Ciment.

### I.3- Fabrication du ciment :

#### I.3.1- Définition du ciment :

Le ciment est un liant hydraulique fabriqué à partir du clinker, obtenu par la combinaison chimique à très haute température de calcaire et d'argile. Le clinker est ensuite broyé avec des ajouts, dans des proportions très précises, qui donneront au ciment des caractéristiques spécifiques. [2]

#### I.3.2- Processus de fabrication du ciment :

Le ciment est une matière pulvérulente inorganique, à base de silicate et d'aluminate de chaux, obtenue par cuisson. Fabriquée par broyage et mélange du clinker et d'ajouts. Les matières premières essentielles pour la fabrication du ciment sont ; la roche calcaire et l'argile. Elles sont broyées et éventuellement additionnées de produits secondaires. Le mélange obtenu s'appelle le cru et est composé d'environ 80 % de calcaire et d'environ 20% d'argile. [1]

On comptabilise au total 15 étapes qui peuvent intervenir dans le processus de fabrication du ciment : 1. **Carrières** (calcaire, argile), 2. **Extraction des matières premières**, 3. **Acheminement**, 4. **Concassage**, 5. **Pré-homogénéisation**, 6. **Broyage du cru**, 7. **Filtrage**, 8. **Préchauffage**, 9. **Cuisson**, 10. **Refroidissement**, 11. **Stockage du clinker**, 12. **Ajouts**, 13. **Broyage du ciment**, 14. **Stockage dans des silos à ciment**, 15. **Expédition**.



Figure I.2 : Composition et mélange des matières premières.

Produire des ciments de qualités constantes ; est un procédé complexe qui exige un savoir-faire et sa fabrication se diffère et se distingue en cinq zones principales [1]:

- Zone d'extraction.
- Zone cru.
- Zone cuisson.
- Zone ciment.
- Zone expédition.

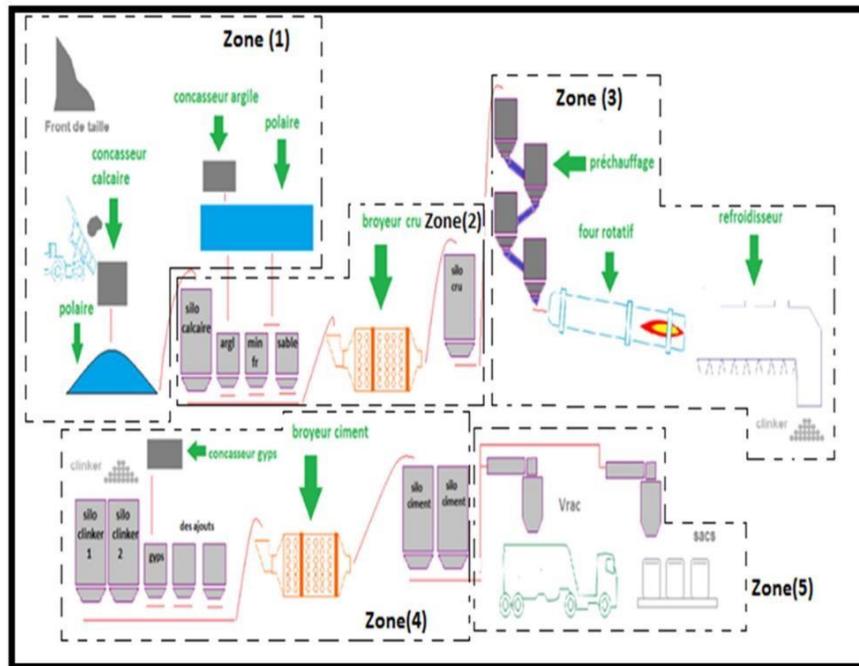


Figure I.3 : Processus de Fabrication.

I.3.3- Les étapes de fabrication du ciment :

**Zone d'extraction :**

En premier lieu ; L'extraction des matières premières se fait à partir d'une carrière de calcaire et d'argile, Par procédé d'abatage explosif ou à l'aide d'une pelle mécanique.

[3]

En second lieu ; les matières extraites, passent par un atelier de concassage qui a pour but de minimiser la granulométrie des matériaux afin d'obtenir le résultat désiré.

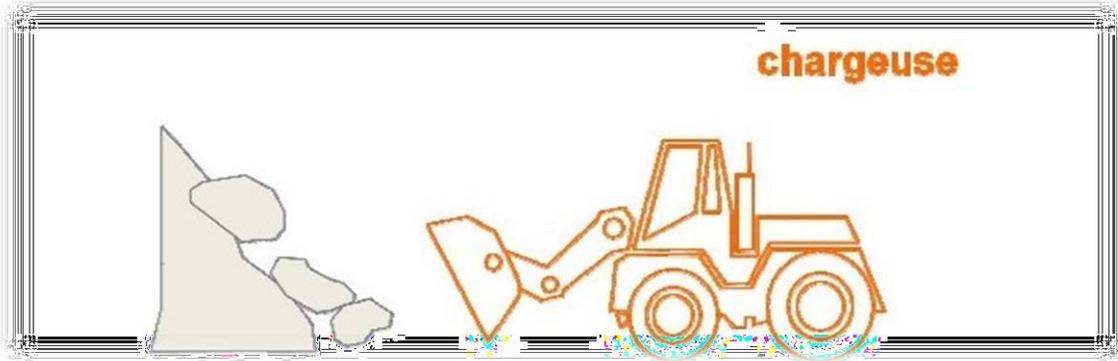


Figure I.4 : Abbatage.

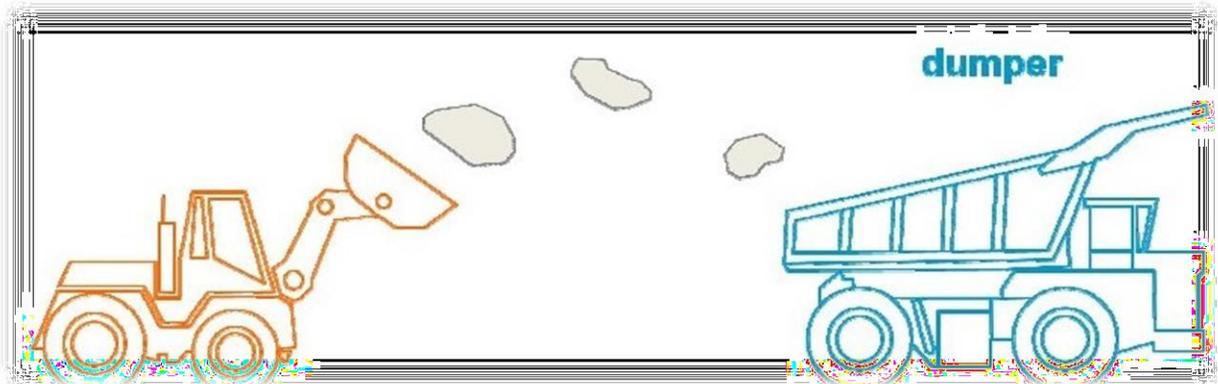


Figure I.5 : Transport.

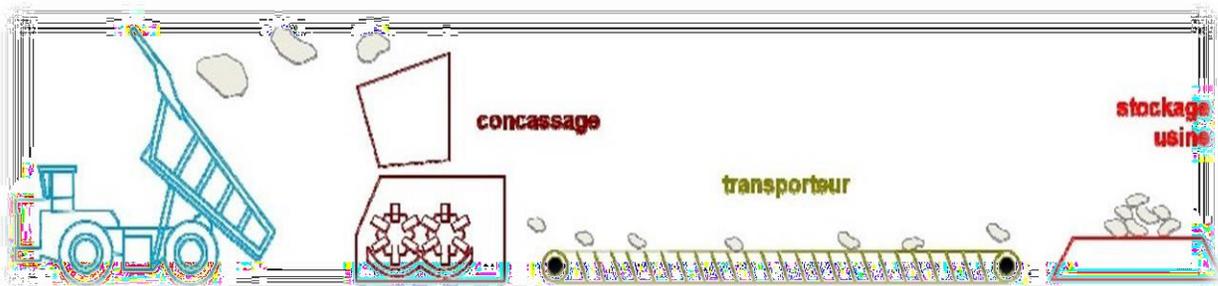


Figure I.6 : Concassage et transport.

Dans l'usine (B.C) on peut détecter trois types de concasseurs :

- Concasseur à marteau pour le calcaire.
- Concasseur à cylindre pour l'argile et le minerai de fer.
- Concasseur à cylindre pour gypse. [1]

**Zone cru :**

La matière crue est une sorte de mélange de 70% de calcaire, 20% d'argile et 10% entre sable et le minerai de fer, ce mélange doit être correctement dosé de carbonate de calcium, ainsi que d'oxydes de silicium, d'aluminium et de fer.

**Étape 1 : Stockage de la matière :** Au sein de ces halls de stockage la matière va être grattée horizontalement par le heurt, la matière va tomber et être grattée par le gratteur qui va être directionnel vers un trou qui va décharger la matière sous le tapis roulant vers le doseur. [1]



Figure I.7 : L'intérieure de polaire (Stockeur, Hertz, Gratteur).

**Étape 2 : Dosage :** La matière (calcaire, minerai de fer, sable) va stocker dans les silos par contre l'argile sera stocké dans les trimais (pour éviter le bourrage), la matière va chuter par ouverture de chaque élément de leur stockage dans le doseur par deux paramètres (le poids et la vitesse de rotation de tapis) ensuite la matière va tomber dans le convoyeur qui va transporter vers le broyeur.



Figure I.8 : Doseur.

**Étape 3 : Broyage :** Un broyeur va débrayer la matière qui a été dosé qui sera transformé vers une farine poudre (farine cru) qui va être stocké dans les silos d'homogénéisation.



Figure I.9 : Broyeur.

**Zone cuisson :**

La cuisson de la matière crue réduite en poudre se fait à une température de 1450 °C dans un four rotatif qui est constitué par une virole cylindrique de 35m de long et de 5.6m de diamètre protégé par de brique réfractaire, incliné selon un angle de 1 à 4 degrés par rapport à l'horizontale après la cuisson dans le four ; le clinker passe par une étape de refroidissement afin de garder sa formule chimique.

Le but premier du refroidisseur est le fait de diminuer la température du clinker à une température d'environ 1135 c jusqu'a 80-100 c. [1]

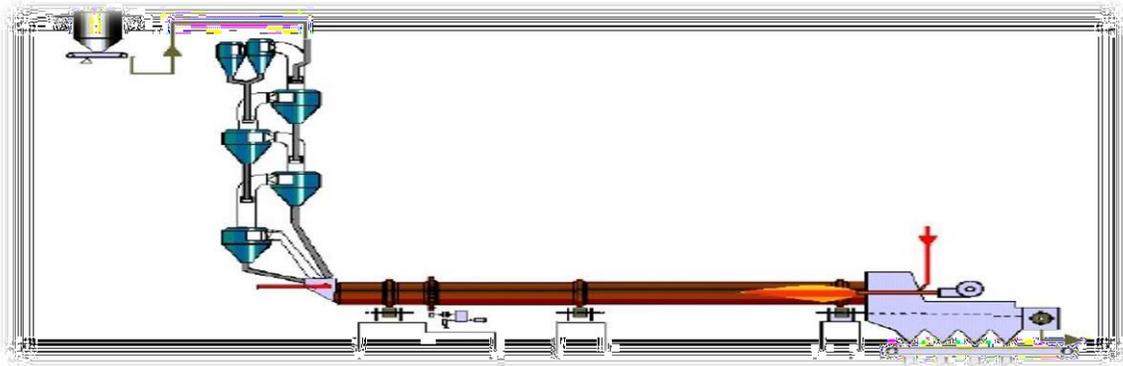


Figure I.10 : Préchauffage et cuisson.



Figure I.11 : Le Four Rotatif.

**Zone ciment :**

L'objectif de cette étape est d'obtenir un ciment aux propriétés hydrauliques actives, pour cela ; le clinker doit être à son tour broyé très finement. Ce broyage s'effectue dans des broyeurs à boulets. Les corps broyeurs sont constitués de boulets d'acier qui font éclater les grains de clinker et amènent progressivement le ciment à l'état de fine farine.

Un cyclone sépare les éléments suffisamment fins des autres qui sont envoyés à l'entrée du broyeur juste au sortie du broyeur. Ainsi ; l'opération d'ajout du Gypse au clinker s'effectue lors du broyage. [1]

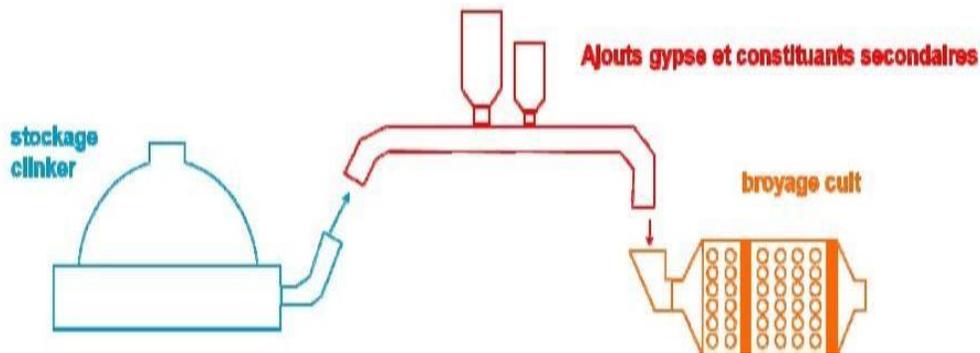


Figure I.12 : Broyage ciment.

**Zone expédition :**

Finalement ; on arrive à l'étape d'emballage et d'expédition ... dans laquelle les ciments quittent l'usine en sacs ou en vrac.

L'emballage s'effectue sur des appareils rotatifs à plusieurs becs dont la capacité atteint jusqu'à 2400 sacs à l'heure. On constate dans cette alternative que les sacs sont de type à valve qui se ferme d'eux même après remplissage. Puis, ils sont transportés par une bande roulante vers un autre emplacement jusqu'aux camions de chargement.

Dans la seconde alternative ; Le ciment peut être expédié en vrac dans des conteneurs étanches qui sont constitués par des enceintes métalliques cylindriques portées par des camions.



Figure I.13 : Ensachage et expédition.

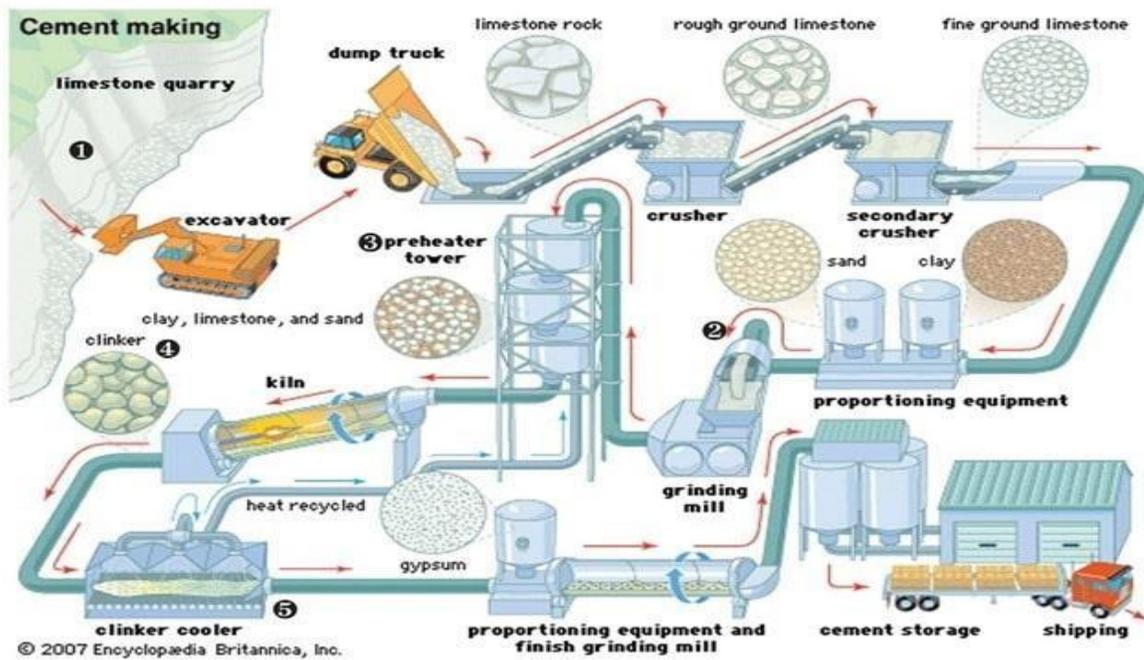


Figure I.14 : Processus de fabrication du ciment.

**I.4- CONCLUSION :**

Dans ce chapitre, nous avons présenté une description globale de l'usine de la cimenterie SPA Biskria. On a également présenté les étapes de préparation de ciment, nous décrivons le fonctionnement de la chaîne de production du ciment en indiquant les différents équipements dans les halls contribuant. On a également présenté le fonctionnement du système automatique dans l'usine.

*Chapitre II :*

***LE REFROIDISSEUR***

***IKN***

**II.1-INTRODUCTION :**

A la sortie du four après la fin du cycle de cuisson, le Clinker se présente sous forme de granulés gris. C'est le résultat d'un ensemble physico chimique progressif (clinkérisation).

Pour figer sa composition minéralogique et optimiser la réactivité du ciment, le Clinker est brusquement refroidi par projection d'air le ramenant à une température d'environ 100°C.

La fonction du refroidisseur est double : récupérer le maximum de chaleur dans le clinker chaud (1450°C) pour la recycler dans le procédé et abaisser la température du clinker à un niveau compatible avec le bon fonctionnement des équipements en aval. Il existe deux grands types de refroidisseurs rotatifs basés sur le même principe que le four rotatif.

**II.2-Processus de refroidisseur :**

Dans ce type de refroidisseur, le clinker est transporté par une grille mobile sous laquelle des ventilateurs soufflent l'air de refroidissement. Cette configuration permet de ne pas modifier la couche du clinker (pas d'escalier) et de changer les plaques sans arrêter le four. Cependant elle a cessé d'être mise en œuvre dans les nouvelles installations (vers 1980) car outre sa complexité mécanique, la récupération de chaleur était médiocre du fait de l'épaisseur limitée de la couche du clinker. [4]

**II.3-Fonctionnement du refroidisseur pendulaire IKN :**

Les refroidisseurs pendulaires IKN diffèrent des refroidisseurs conventionnels à grille oscillante de par le fait que les composants mobiles de la grille sont suspendus à un pendule sans usure. [4]

Les refroidisseurs à grille ont pour missions :

- Récupération de chaleur.
- Refroidissement du clinker.
- Transport du clinker.

Dans un refroidisseur à grille pendulaire (désigné plus simplement ci-après par la mention "le refroidisseur"), le clinker est acheminé au travers du refroidisseur. Le clinker se dépose ainsi tout le long de la surface de la grille et forme un "lit" dont la hauteur est aussi appelée "épaisseur de lit de clinker". Pour pouvoir assurer le refroidissement, de l'air de refroidissement est insufflé au travers des plaques de la grille, directement dans le lit de clinker. L'air de refroidissement est appliqué selon un principe de débit transversal. [4]

Pour un refroidissement efficace du clinker, il faut réunir les conditions suivantes :

- Un apport suffisant en air de refroidissement.
- Une bonne planéité de surface du lit de clinker.
- Un débit homogène d'air de refroidissement au travers du lit de clinker.
- Un temps de refroidissement suffisant.

- Une bonne préservation de l'état du clinker, le lit de clinker doit rester figé et ne pas se fluidiser. [4]

Afin d'obtenir la température de clinker désirée en sortie, on insuffle normalement davantage d'air de refroidissement que le four n'en demande (air de récupération). Le refroidisseur est par conséquent divisé en deux zones distinctes, la zone de récupération et la zone de refroidissement.

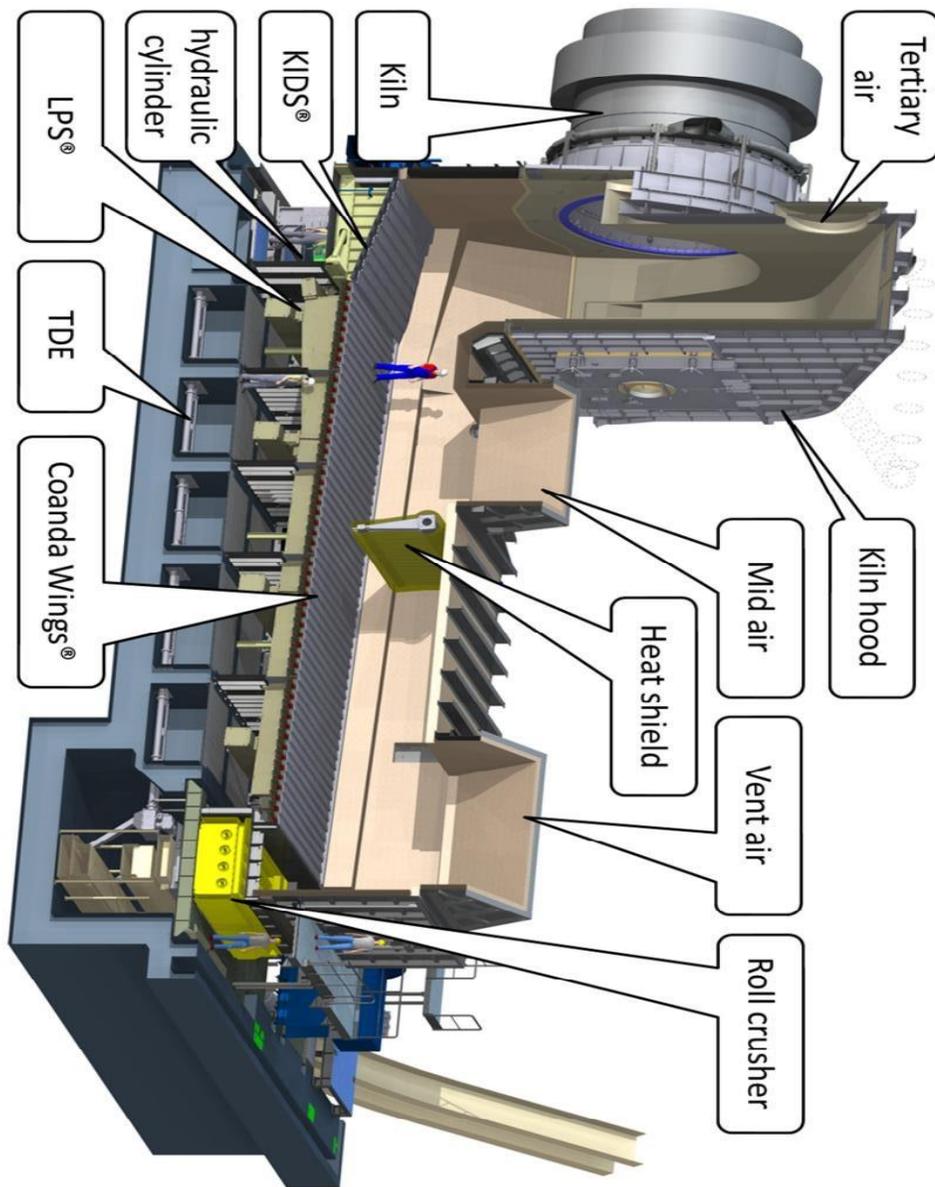


Figure II. 1: Vue d'ensemble du refroidisseur pendulaire IKN.

**II.4-Composants principaux du refroidisseur pendulaire IKN :**

Les principaux composants du refroidisseur pendulaire IKN sont, comme suit :

- Corps du refroidisseur, avec hotte du four.
- Système LPS (Suspension Pendulaire Linéaire).
- Système KIDS et section occupée par la grille pendulaire.
- Groupe hydraulique pour mouvement de la grille et bouclier thermique (en option).
- Ventilateurs de refroidissement.
- Concasseur à rouleaux.
- Extracteur tubulaire de poussière (système TDE).
- Bouclier thermique (en option).
- Système d'aspersion d'eau.
- CGS – Armoire électrique principale (CGS) et panneau de commande locale (LCB). [4]

**II.4.1-Corps du refroidisseur :**

La partie inférieure du corps du refroidisseur est la structure de base du refroidisseur étant donné qu'elle supporte la totalité de la partie supérieure du corps du refroidisseur. La zone située en dessous de la grille est divisée en compartiments. L'air de refroidissement de chacun des compartiments est fourni par un seul ventilateur de refroidissement. Chaque ventilateur permet une aération spécifique du compartiment correspondant, c.-à-d. en fournissant des quantités différentes d'air de refroidissement par m<sup>2</sup> de surface de grille.

La partie supérieure du corps du refroidisseur et la hotte du four sont revêtues d'un garnissage réfractaire qui protège l'acier contre les hautes températures dans cette zone.

Des ouvertures d'inspection situées dans la partie supérieure et dans la partie inférieure du corps du refroidisseur permettent d'observer le lit de clinker et les compartiments situés en dessous de la grille. [4]

**II.4.2-Structure mobile avec système LPS (suspension pendulaire linéaire) :**

Les éléments de la grille sont montés sur la structure mobile. Le clinker est véhiculé au travers du refroidisseur par les mouvements d'oscillation de cette structure mobile.

La structure mobile est suspendue à ce que l'on appelle le "LPS" ou "Support Pendulaire Linéaire". La conception du LPS associe des mouvements de pendule à un mouvement horizontal avec soulèvement vertical négligeable. [4]

### II.4.3-Sections de refroidissement :

Le refroidisseur pendulaire IKN est divisé en deux sections :

- La zone d'admission et de répartition du clinker (KIDS).
- La zone d'oscillation de la grille pendulaire. [4]

La zone occupée par le système KIDS est constituée de rangées de poutres stationnaires. Tandis que dans la zone occupée par la grille pendulaire deux rangées fixes de poutres alternent avec une rangée mobile. Dans chacune des deux sections, l'aération du clinker se fait selon une orientation horizontale grâce aux lames soufflantes à effet Coanda.

Les fentes étroites des lames soufflantes à effet Coanda créent des jets d'air puissants à forte pression dynamique. Cette pression dynamique limite la diffusion des jets d'air, qui restent proches de la surface des lames soufflantes.

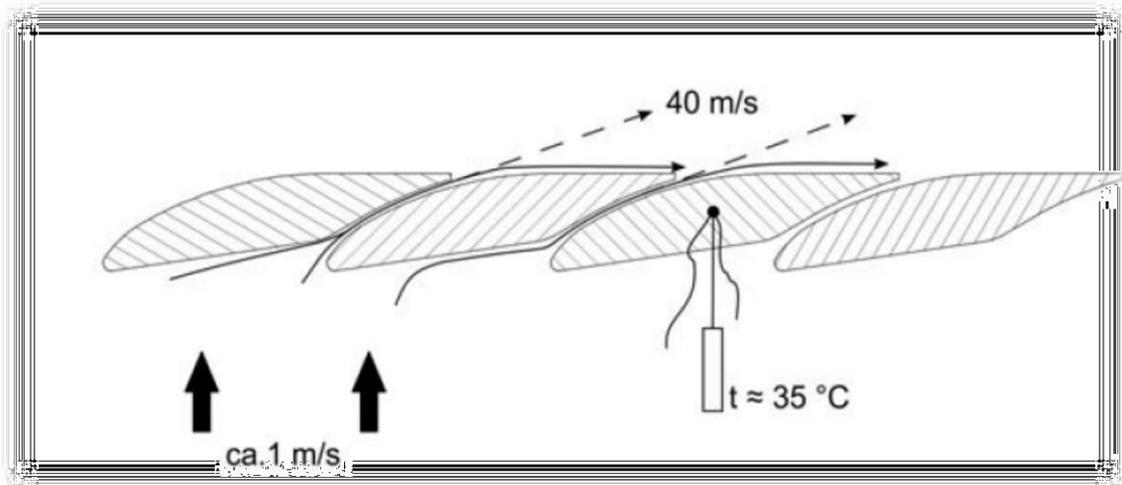


Figure II. 2: Effet Coanda.

Le phénomène d'effet Coanda tient son nom du scientifique roumain qui l'a découvert. Si l'on considère une surface de grille d'ouverture équivalente à 2,5 %, l'air d'aération des compartiments qui arrive à 1 m/s est converti au niveau du plancher de la grille par l'effet Coanda en jets d'air à 40 m/s à diffusion limitée à la surface de la grille. Un fort débit d'air, orienté dans le sens de transport du clinker, arrive directement au niveau du plancher de la grille. Complètement balayée par le souffle d'air, la surface des lames soufflantes à effet Coanda est très efficacement refroidie. En fonctionnement normal, la température est comprise entre 40 et 50°C.

### II.4.3.1-Système KIDS :

Le KIDS (système intérieur de distribution de clinker) du four sur la grille transporteuse subséquente.

Le KIDS est constitué de 7 rangs fixes. Sa surface de la grille est réduite par des bords réfractaires.

L'air de refroidissement est fourni par les clapets défecteur.

Les branchements d'air du premier rang sont équipés de volets de distribution. [4]

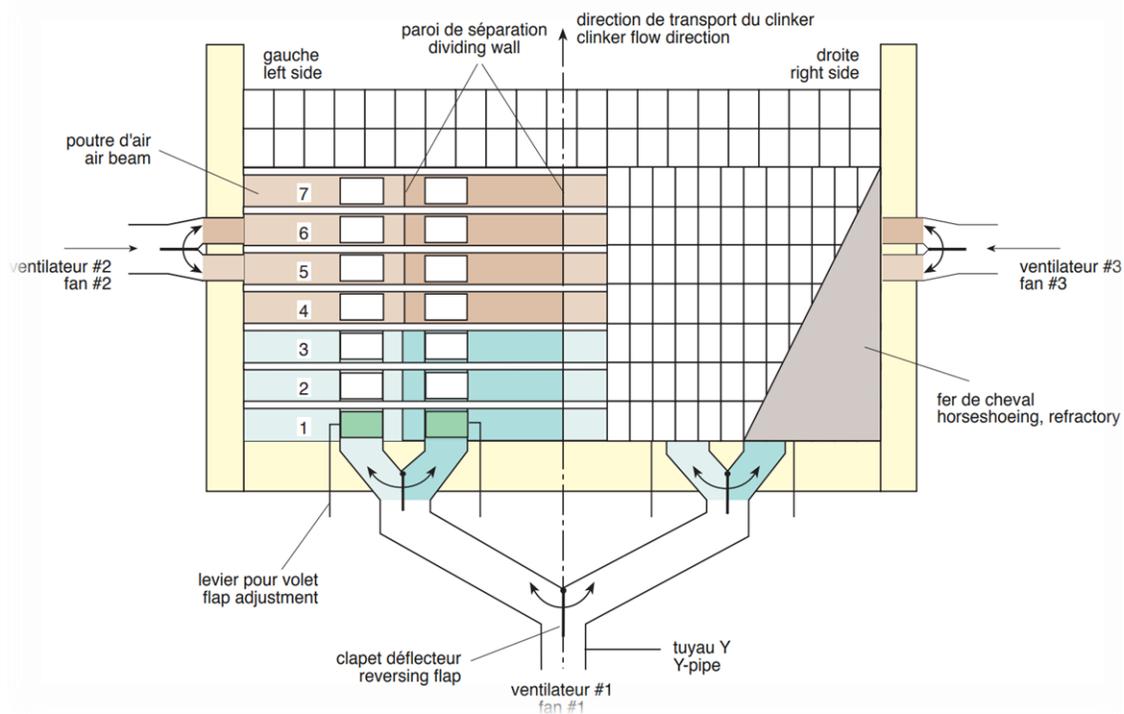


Figure II. 3: Vue schématique d'un système KIDS comportant 3 ventilateurs.

### II.4.3.2-Section du refroidisseur occupée par la grille pendulaire :

Au fur et à mesure de son acheminement au travers de la section occupée par la grille pendulaire, le clinker est refroidi jusqu'à atteindre sa température finale. Cette section du refroidisseur présente une inclinaison à 2°.

Toutes les lames soufflantes à effet Coanda sont fixées sur les poutres de grille. Une rangée de poutres sur trois est connectée au châssis mobile et est animée d'un mouvement d'avant en arrière. Des thermocouples sont installés dans plusieurs lames soufflantes à effet Coanda afin de mesurer la température effective au niveau des buses. [4]

Les cavités coniques situées dans les lamelles du milieu présentent une profondeur de 1 à 2 mm et permettent une évaluation rapide des conditions d'usure.

La section du refroidisseur occupée par la grille pendulaire est subdivisée en divers compartiments. Chaque compartiment est dimensionné de façon à remplir au mieux sa fonction. Chaque compartiment est entièrement fermé et aéré par un ventilateur de refroidissement dédié. En progressant dans le sens d'écoulement, les compartiments sont subdivisés par des parois. La section supérieure de ces parois de compartiments fait saillie entre deux rangées fixes de poutres. Grâce à l'utilisation de joints d'étanchéité à labyrinthe, la structure mobile peut être introduite dans les parois sans engendrer aucune égalisation de pression entre les compartiments. De par sa conception, le système TDE situé en dessous du refroidisseur est auto-étanche ; aucune garniture d'étanchéité supplémentaire n'est donc nécessaire. L'étanchéité du corps du refroidisseur contre la surface de la grille est assurée par les garnitures d'étanchéité latérales, qui reposent sur les plaques de rive et sont recouvertes sur le dessus par les digues latérales en matériau réfractaire.

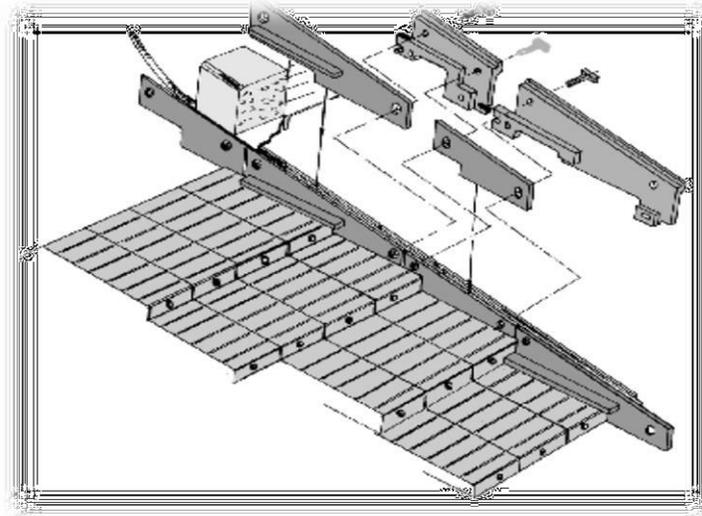


Figure II. 4: Construction de la garniture d'étanchéité des plaques de rive.

#### II.4.3.3-Construction de la garniture d'étanchéité des plaques de rive :

Différents types de buses soufflantes à effet Coanda sont installés dans la section occupée par le système KIDS, nommément :

- Buses à effet Coanda à ancrage.
- Buses à effet Coanda à clé.
- Buses à effet Coanda munies de thermocouples permettant de mesurer la température au niveau des buses. [4]

**II.4.4-Groupe hydraulique :****II.4.4.1-Description du système :**

Le groupe hydraulique (Figure II.5) est monté sur skid et se compose des éléments suivants [4]:

- 2 pompes dédiées au système d'entraînement de grille, plus une pompe servant d'équipement de réserve ; 180 l/ min, 75 kW, 400 V, 50 Hz, préfabriquées avec flexibles, tuyaux et câblages électriques ; régulées par convertisseur de fréquence.
- Cuve de 1 000 l contenant l'huile hydraulique
  - Avec vanne manuelle d'ouverture/ de fermeture.
  - Thermomètre pour température de l'huile hydraulique
  - Indicateur de niveau de remplissage.
- Filtre à huile doté d'un dispositif de surveillance continue d'état de fonctionnement.
- Système de refroidissement d'huile par eau, 70 l/ min, min. 2 bars, max. 30°C.
- Panneau de commande locale (LCB).
- Instruments de contrôle :
  - Avec indication des défauts au niveau du panneau de commande locale et de la salle de commande centrale.
  - Surveillance continue du positionnement par détecteur de proximité au niveau des vannes manuelles de la cuve à huile.
  - Température d'huile.
  - Capteur de niveau d'huile.
  - Détection du débit d'eau dans le circuit de refroidissement.
  - Surveillance continue des vannes des pompes.

Le panneau d'interface opérateur est situé dans le panneau de commande locale installé au voisinage immédiat du vérin hydraulique. [4]



Figure II. 5 : Groupe hydraulique.

➤ **Pompes du système d'entraînement de grille :**

Seule une des deux pompes dédiées au système d'entraînement de grille (GD-P1 ou GD-P2) fonctionne. L'autre pompe reste en réserve. Tous les trois mois environ, veillez à inter changer le rôle des deux pompes de façon à ce qu'elles restent toutes deux pleinement opérationnelles. Les deux pompes dédiées au système d'entraînement de grille sont raccordées à un même bloc de commande qui comporte les dispositifs suivants [4] :

- Des clapets anti-retours montés en aval des raccordements des flexibles de pression ils permettent de démonter la pompe de réserve pendant le fonctionnement du système d'entraînement de grille et ce, sans perdre d'huile
- Une soupape de décharge de pression à clapet électrique elle est ouverte par l'API lorsque la pression dans le système dépasse 210 bars.

Cette soupape a également pour fonction de protéger le système contre les surpressions.

La pression d'ouverture est réglée à 220 bars.

- Un transducteur de pression il mesure la pression réelle de service PWORK et l'envoi à l'API pour affichage au niveau du panneau d'interface opérateur.
- Des manomètres ils indiquent la pression de service et la pression au niveau de chaque pompe.

➤ **Refroidisseur huile/ eau :**

Le groupe hydraulique est conçu pour fonctionner dans une plage de températures allant de 5 à 60°C. La température de l'huile hydraulique à l'intérieur de la cuve est contrôlée en permanence à l'aide du capteur de températures. L'huile est chauffée pendant le fonctionnement des pompes du système d'entraînement de grille. Si la température de l'huile vient à dépasser la plage de températures de service, le refroidisseur huile/ eau situé dans la tuyauterie de retour est mis en marche (Figure II.6).



Figure II. 6 : Refroidisseur huile/ eau.

Si la température de l'huile est trop élevée, l'huile est refroidie en procédant de la manière suivante :

- Le moteur de la pompe de circulation d'huile est mis en marche.
- L'électrovanne directionnelle 2/2) située dans la conduite d'eau s'ouvre.
- L'huile provenant de la cuve et des pompes du système d'entraînement de grille circule au travers du refroidisseur huile/ eau puis retourne vers la cuve.
- Si le débit d'eau est trop faible, le détecteur de débit d'eau envoie un signal à l'API.

Si la température de l'huile est trop basse, l'huile est chauffée en procédant de la manière suivante :

- Le moteur de l'une des deux pompes dédiées au système d'entraînement de grille (GD-P1 ou GD-P2) est mis en marche.
  - L'électrovanne GD-Y1 s'ouvre, c.-à-d. la soupape de décharge de pression est ramenée à pression atmosphérique.
  - En s'écoulant, l'huile provenant de la cuve est confrontée à la faible résistance des soupapes de décharge de pression. La chute de pression provoque l'échauffement de l'huile. L'huile retourne dans la cuve.
  - Le cas échéant, si installés, l'huile est chauffée par des chauffages électriques. [4]
- **Température de l'huile et niveau d'huile :**

Le transducteur de température est en fait un appareil analogique de mesure de températures. Les valeurs mesurées sont contrôlées en permanence par l'API afin d'obtenir 8 points de commutation. Les valeurs de ces points de commutation sont saisies lors de la mise en service, par le biais du panneau d'interface opérateur



Figure II. 7 : Indicateur de niveau d'huile.



Figure II. 8 : Capteur de température d'huile et de niveau d'huile (analogique).

Le transducteur de niveau (figure II.7) qui surveille en permanence le niveau de remplissage de la cuve est situé dans le même logement que l'appareil de mesure de températures (Figure II.8). La valeur effective de mesure du niveau d'huile est envoyée à l'API sous la forme d'un signal analogique. Ce signal est surveillé en permanence par l'API de façon à analyser les pertes d'huile en fonction du temps et à obtenir 4 points de commutation. Les valeurs de seuil de niveau bas seront saisies par la suite depuis le panneau d'interface opérateur (pour une description détaillée, reportez-vous au chapitre Panneau d'interface opérateur). [4]

➤ **Surveillance continue du filtre à huile :**

Chaque cartouche filtrante est dotée d'un système de surveillance continue d'état de son fonctionnement en la forme d'un pressostat différentiel (figure II.9) directement connecté à l'API. Si la cartouche filtrante actuellement opérationnelle est bouchée, la pression différentielle dans le filtre augmente. Dès que la pression atteint 1,5 bar, le pressostat s'ouvre. La pression réelle est indiquée par un manomètre situé au niveau du filtre [4]



Figure II. 9 : Filtre à huile, avec système de surveillance continue de pression différentielle.

➤ **Surveillance continue de vanne de pompe :**

Chacune des vannes des pompes dédiées au système d'entraînement de grille est équipée d'un système de surveillance continue de vanne de pompe (Figure II.10) en la forme d'un détecteur de proximité. Les détecteurs inductifs de proximité sont normalement ouverts. Leur état est contrôlé en permanence par l'API. Une pompe hydraulique ne peut être mise en fonctionnement que si la vanne de pompe correspondante est complètement ouverte. La poignée permet d'actionner le détecteur de proximité que si la vanne de pompe correspondante est complètement ouverte. La poignée permet d'actionner le détecteur de proximité. [4]

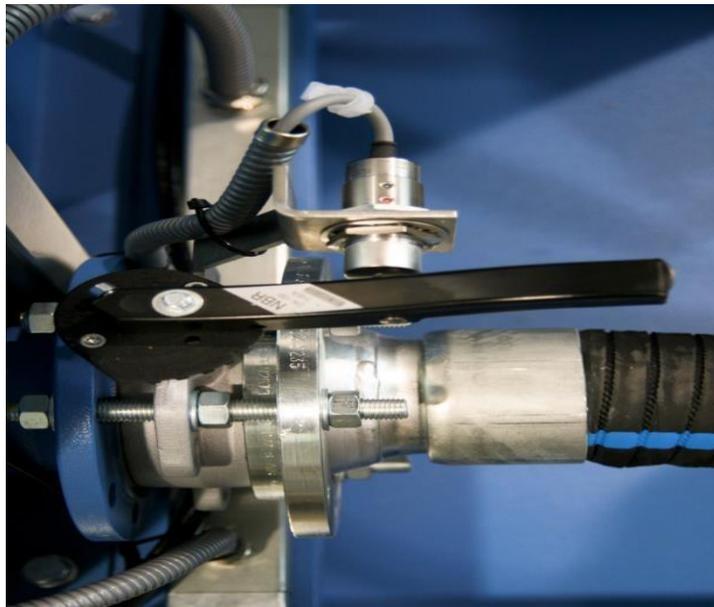


Figure II. 10 : Vanne manuelle de pompe et détecteur de proximité.

➤ **Détecteur de débit d'eau :**

Un détecteur de débit est monté dans la tuyauterie d'alimentation du refroidisseur à eau. Si le débit passe en dessous d'un certain seuil (à définir lors de la mise en service), ce détecteur envoie un signal à l'API. [4]

**II.4.4.2-Système d'entraînement de grille :**

La grille pendulaire est mise en mouvement par le vérin du système d'entraînement de grille. Des soupapes de décharge de pression (figure .2.10) sont montées sur ce vérin. Leurs pressions sont respectivement ajustées à 350 et 240 bars. Ces soupapes sont situées du côté piston (A) et du côté tige (B) respectivement et permettent le raccordement du vérin au circuit de la cuve (T). Elles protègent le vérin des chocs de pression qui peuvent se produire en cas d'arrêt brutal du vérin (par exemple, en cas d'arrêt d'urgence). Une *vanne* directionnelle 4/3 proportionnelle est également installée sur le dessus du vérin. Elle permet de contrôler le mouvement du vérin. Elle est en fait constituée [4] :

- D'une vanne principale (dont le piston actionne le vérin).
- D'un système de mesure de déplacement d'électrovanne (qui détecte la position du piston de la vanne principale).
- D'une soupape pilote qui contrôle la vanne principale grâce à un circuit d'huile de commande.
- D'un module électronique qui commande la soupape pilote.



Figure II. 12 : Soupapes de décharge de pression.

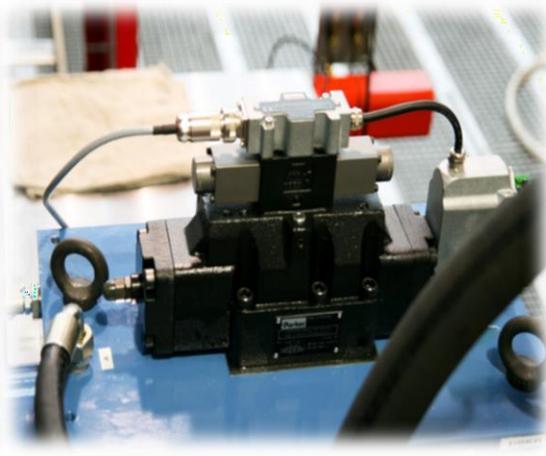


Figure II. 11 : Vanne directionnel 4/3proportionnel.

### II.4.5-Système hydraulique :

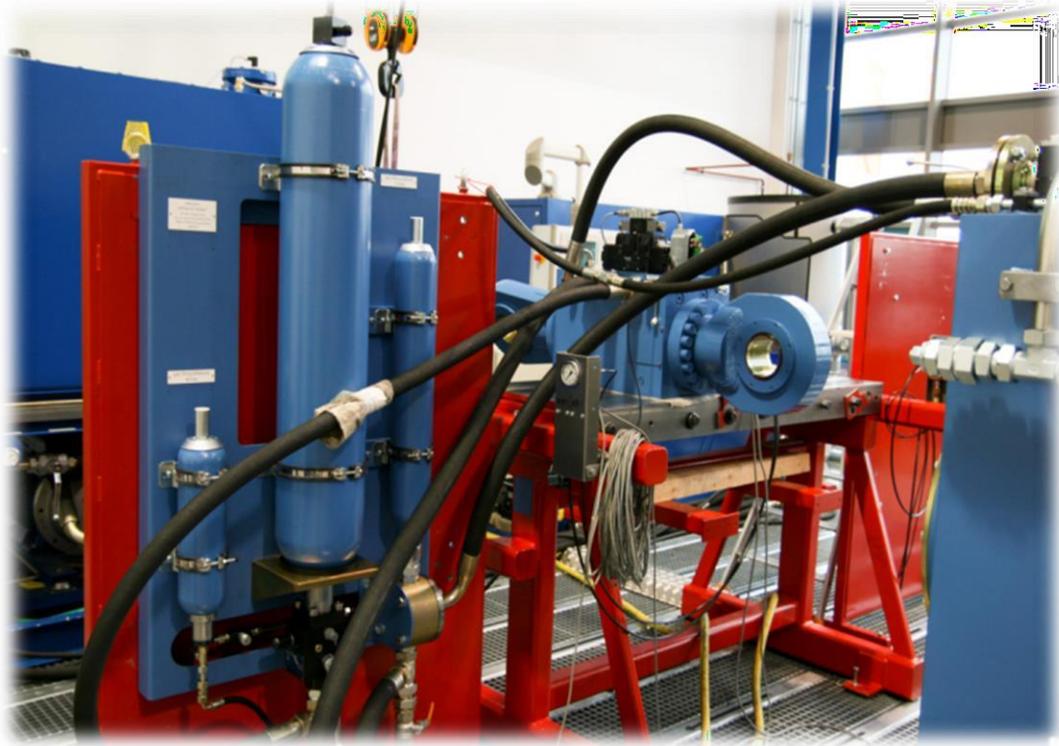


Figure II. 13 : Vérin hydraulique du système d'entraînement de grille.

#### II.4.5.1-Régulation de pression :

La pompe doit fournir la pression requise au niveau du vérin. La pression est ajustée grâce à une boucle de régulation.

Lors de chaque course du vérin, la pression de service est maintenue constante en procédant de la manière suivante [4]:

La pression réelle de service mesurée par le transducteur de pression est comparée par l'API à la valeur prédéfinie. L'API sollicite le convertisseur de fréquence jusqu'à ce que la valeur prédéfinie ait été atteinte.

Au démarrage du système hydraulique, la valeur de consigne initiale par défaut pour la pression de service est la valeur max. de pression. Cette valeur est ensuite réduite/ adaptée pas à pas en procédant de la manière suivante :

Deux transducteurs de pression sont montés sur le vérin, de même qu'un manomètre indiquant la pression PP dans le système, situé à proximité du vérin. L'un des deux transducteurs de pression mesure la pression côté piston PA ; l'autre mesure la pression côté tige PB. Ces deux mesures de pression sont relevées en continu par l'API. A chaque fin de course du vérin, la valeur min (PA, PB) la plus basse est comparée aux seuils saisis depuis le panneau d'interface opérateur :

- $\text{Min}(PA, PB) > \text{SEUIL HAUT}$  : la valeur prédéfinie pour la pression de régulation PLS est diminuée d'un incrément équivalent à la valeur PHASE NORMALE saisie depuis le panneau d'interface opérateur.
- $\text{SEUIL BAS BAS} < \text{min}(PA, PB) < \text{SEUIL BAS}$  : la valeur prédéfinie pour la pression de régulation PLS est augmentée d'un incrément équivalent à la valeur PHASE NORMALE saisie depuis le panneau d'interface opérateur.
- $\text{SEUIL BAS} < \text{min}(PA, PB) < \text{SEUIL HAUT}$  : la valeur prédéfinie pour la pression de régulation PLS reste inchangée.
- $\text{Min}(PA, PB) < \text{SEUIL BAS BAS}$  : la valeur prédéfinie pour la pression de régulation PLS est augmentée d'un incrément équivalent à la valeur PHASE D'URGENCE saisie depuis le panneau d'interface opérateur

#### II.4.5.2-Contrôle de positionnement du vérin :

La valve proportionnelle fonctionne en boucle de régulation fermée. Dans cette boucle, le système de mesure de déplacement détecte la position effective du piston de la vanne principale. Le module électronique de commande de vanne compare ensuite la position relevée à la valeur prédéfinie indiquée par le module de positionnement linéaire. Si ces valeurs diffèrent, les électrovannes de la soupape pilote sont sollicitées par le module électronique de commande de la vanne, ce qui modifie la quantité d'huile de commande X qui atteint la vanne principale. La position du piston de la vanne principale change et il se produit soit une arrivée (P), soit un échappement (T) d'huile dans le circuit de pression du côté piston (A) ou du côté tige (B) du vérin, respectivement. [4]

Le fonctionnement de la boucle de régulation est basé sur les éléments suivants :

- Un clapet anti-retour qui empêche l'huile de sortir de l'accumulateur de pression de 2,5 l et de s'écouler à l'intérieur du circuit de pression, dans l'éventualité où la pression de service tomberait en dessous de la valeur de pression établie pour l'accumulateur de pression.
- Un accumulateur de pression externe situé dans le circuit d'huile de commande qui maintient la pression d'huile de commande constant.
- Un robinet d'étranglement ajustable qui relie l'accumulateur de pression au circuit de la cuve (T) et est utilisé pour vider l'accumulateur de pression lorsque le système est hors fonctionnement. Pendant le fonctionnement, il doit être fermé.

Le module électronique de commande de vanne concerné est intégré à une boucle de régulation de niveau supérieur. La vitesse d'oscillation de la grille est sélectionnée depuis la salle de commande centrale puis envoyée par l'API au contrôleur de mouvement d'axe. Ce contrôleur de mouvement d'axe calcule le profil de vitesse et sollicite le module électronique de commande de vanne en conséquence. Les retours d'informations destinés au contrôleur de mouvement d'axe sont fournis par un transducteur de déplacement intégré au vérin. Le contrôleur de mouvement d'axe calcule la vitesse réelle à partir de ce signal et, le cas échéant, corrige la sollicitation de la vanne.

L'accumulateur de pression de 32 l est relié au circuit de pression. Il a pour fonction de cumuler la quantité d'huile nécessaire au fonctionnement de la pompe dédiée au système d'entraînement de grille. Il fournit également l'huile nécessaire au fonctionnement du vérin du système d'entraînement de la grille.

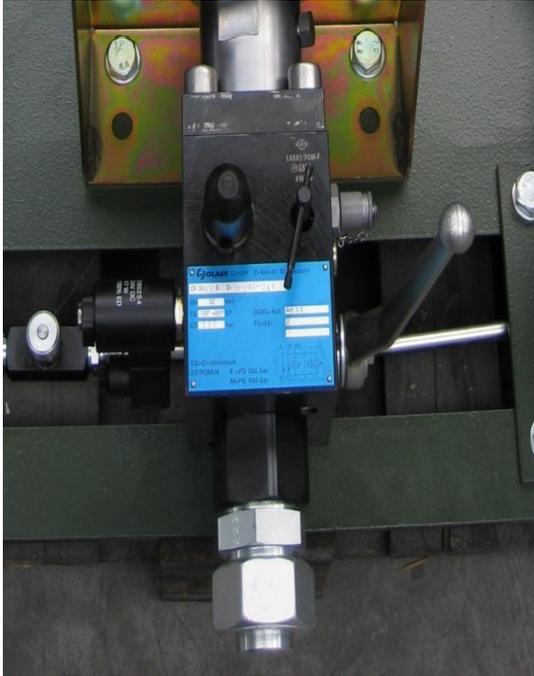


Figure II. 14 : Bloc de sécurité.



Figure II. 15 : Accumulateur de pression du circuit principal de pression.

Cet accumulateur de pression est équipé d'un bloc de sécurité composé :

- D'une soupape de décharge de pression, à pression ajustée à 280 bars.
- D'une vanne à boisseau sphérique située au niveau du raccordement de l'accumulateur au circuit de pression. Pendant le fonctionnement, cette vanne à boisseau sphérique doit être ouverte.
- D'un robinet d'étranglement ajustable permettant la purge de l'accumulateur situé dans le circuit de la cuve. Pendant le fonctionnement, ce robinet d'étranglement doit être fermé.

Un manomètre est monté sur l'accumulateur de pression de 32 l. Il a pour fonction d'indiquer la pression d'azote. Lors du fonctionnement, si la pression de service devient supérieure à la pression d'azote, le manomètre indique alors la pression de service.

**II.4.6-Ventilateurs du circuit d'air de refroidissement :**

L'air de refroidissement est de l'air ambiant qui est refroidi et véhiculé par les ventilateurs de refroidissement. Les ventilateurs n°1 à n°4 (leur nombre varie selon la taille du système KIDS) fournissent de l'air refroidi au système KIDS par le biais de conduites, selon un principe d'aération directe. La section du refroidisseur occupée par la grille mobile est également aérée. Chacun des compartiments situés sous la grille est équipé d'un ventilateur distinct. [4]

Les ventilateurs qui fournissent l'air de refroidissement fonctionnent selon un débit régulé. Chaque ventilateur est équipé d'un débitmètre d'entrée à venturi étalonné et d'un transducteur de débit. La régulation du débit d'air de refroidissement s'opère en modifiant la vitesse de rotation des moteurs des ventilateurs ou en actionnant des volets. La pression statique de chaque ventilateur est mesurée par des transmetteurs de pression situés dans la conduite de sortie de chaque ventilateur.

**II.4.7-Concasseur à rouleaux :**

Le concasseur à rouleaux a pour fonction de concasser le clinker en aval du processus de refroidissement. Le clinker tombe sur le concasseur à rouleaux situé en sortie du refroidisseur. Les particules fines de clinker passent entre les rouleaux et tombent directement dans le système d'évacuation du clinker. Les particules plus grossières de clinker restent dans le concasseur pour y être broyées.

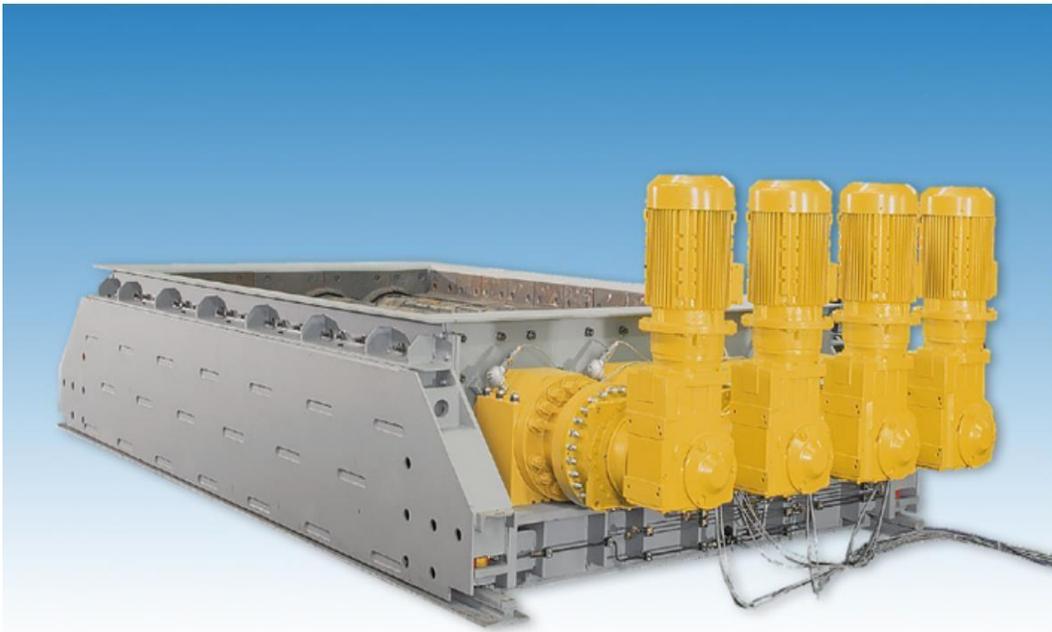


Figure II. 16 : Concasseur à 4 rouleaux avec transmissions et moteurs. [4]

Le concasseur à rouleaux comporte de trois à six rouleaux. Chaque rouleau est constitué d'anneaux broyeur. Chaque rouleau est entraîné par un entraînement séparé (motoréducteur à engrenage conique, avec réducteur planétaire). Pour des questions de surveillance continue de la vitesse, des palettes de commutation sont montées à l'extrémité de chaque axe de rouleau, de façon qu'elles viennent passer devant un interrupteur de proximité. Six impulsions doivent être comptabilisées par tour. [4]



Figure II. 17 : Interrupteur de proximité de la régulation de vitesse.

Les paliers à roulements sphériques des rouleaux sont graissés par un système de lubrification centralisée. La température de chaque palier à roulements sphériques est mesurée grâce à un thermomètre à résistance muni d'un transducteur. Le panneau de commande du concasseur est installé à proximité du concasseur à rouleaux. Lors des interventions de réparation ou de maintenance, le concasseur peut être levé ou abaissé grâce à un dispositif hydraulique de levage. Il peut ensuite être déplacé et sorti de sa position de fonctionnement. [4]

En mode automatique, le concasseur est contrôlé par l'API. En mode local, il est contrôlé depuis le panneau de commande du concasseur (Figure II.18). Le panneau de commande du concasseur est situé à proximité du concasseur. Pour permettre l'exploitation locale, le SNCC doit préalablement avoir envoyé un signal d'activation locale.



Figure II. 18 : Panneau de commande du concasseur.

### II.5-Conclusion :

La technologie de pointe de ce refroidisseur grille mobile permet la production d'une quantité encore plus grande de clinker par l'ancienne technologie. Dans le chapitre 4 nous allons créer contrôle automatique du refroidisseur.

# *Chapitre 3 :*

## *L'automate programmable et l'interface Homme- Machine*

### **III.1- Introduction :**

En tant qu'automaticien on a tendance à avoir une vue systémique sur les machines et les processus. Notre objectif consiste à automatiser et à asservir ces systèmes afin d'accroître la productivité, améliorer la qualité et la sécurité. Le plus important c'est de remplacer l'homme dans ces actions pénibles, délicates et répétitives. [5]

Ce chapitre sera consacré à l'automate programmable SIEMENS à sa structure modulaire essentiellement le S7-1200 et des logiciels associés.

### **III.2- Historique :**

Avant les années 1980, la plupart des procédés étaient pilotés par relais et des horloges électromécaniques.

A partir des années 1980, les premiers automates programmables industriels (API) ont été mis en place. Le but poursuivi était de remplacer les relais électromécaniques dont la durée de vie est limitée. Le prix des premiers automates était prohibitif.

Aujourd'hui, la plupart des procédés sont pilotés par des automates. Le prix de ces derniers a considérablement baissé et leur puissance de calcul est de plus en plus élevée. Les ateliers logiciels de programmation d'automatisme ont également gagné en simplicité et en puissance. [6]

### **III.3- Définition d'un système automatisé :**

Un système automatisé ou automatique est un système réalisant des opérations et pour lequel l'homme n'intervient que dans la programmation du système et dans son réglage. [5]

Ce système est un sous-ensemble d'une machine, destinée à remplacer l'action de l'être humain dans des tâches en générales simples et répétitives, réclamant précision et rigueur. On passe d'un système dit manuel, à un système mécanisé, puis au système automatisé. [7]

Un système automatisé est toujours composé d'une Partie Commande et d'une Partie Opérative. Pour faire fonctionner ce système, l'opérateur (personne qui va faire fonctionner le système) va donner des consignes à la Partie Commande. Celle-ci va traduire ces consignes en ordres qui vont être exécutés par la Partie Opérative. Une fois les ordres accomplis, la Partie Opérative va le signaler à la Partie Commande (elle fait un compte-rendu) qui va à son tour le signaler à l'Opérateur. Ce dernier pourra donc dire que le travail a bien été réalisé. [8]

### III.4-Les buts d'un système automatisé :

Il y a plusieurs avantages de système automatisé, on peut citer [7] :

- ✓ Réaliser des tâches complexes ou dangereuses pour l'homme ;
- ✓ Eliminer les tâches répétitives ;
- ✓ Simplifier le travail de l'humain ;
- ✓ Accroître la productivité.

C'est également :

- ✓ Économiser les matières premières et l'énergie ;
- ✓ S'adapter à des contextes particuliers : flexibilité ;
- ✓ Améliorer la qualité.

### III.5-La structure interne d'un automate [6] :

Il se compose de :

**Partie commande** : Elle permet à l'opérateur d'établir le programme qui commande l'automate. La partie commande reçoit les consignes d'un opérateur. Elle adresse des ordres à la partie opérative. Inversement la PC reçoit des comptes rendus de la partie opérative et envoie des signaux à l'opérateur.

**Partie opérative** : il s'agit de la partie qui effectue le travail. C'est elle qui reçoit les ordres de la partie commande. Dans la PO c'est les actionneurs qui exécutent les ordres reçus.

**Interface** : elle relie la PO et la PC. C'est un système de traduction d'information entre la partie commande PC et la partie opérative PO.

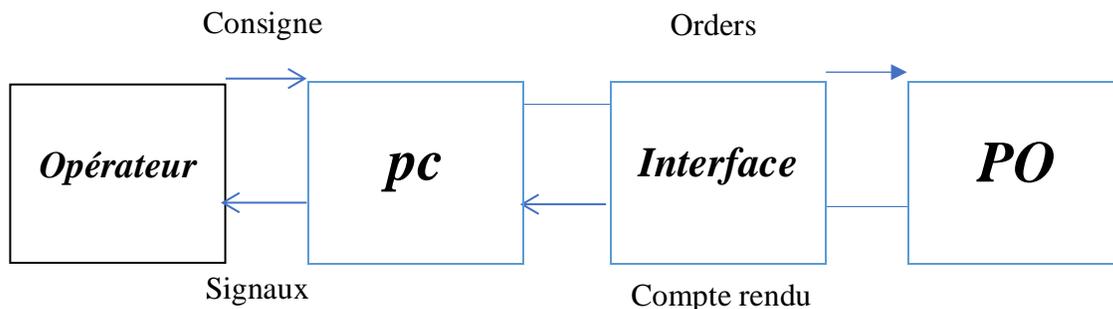


Figure III. 1 : Structure d'un système automatisé.

### III.6-Définition d'un API :

Selon la norme NFC 63-850, l'automate est un appareil électronique qui comporte une mémoire programmable par un utilisateur automatique à l'aide d'un langage adapté, pour le stockage interne des instructions composent les fonctions d'automatisme, comme par exemple :

- Logique séquentielle et combinatoire ;
- Temporisation, comptage, décomptage, comparaison ;
- Calcul arithmétique ;
- Réglage, asservissement, régulation, etc.

Pour commander, mesurer et contrôler au moyen d'entrées et sorties (logique, numérique ou analogique) différentes sortes de machines ou de processus, en environnement industriel.

Un automate c'est un outil destiné à être intégré dans un processus industriel. Il doit s'adapter à toutes les situations, tant humaines que technique, aussi bien lors de son implantation sur le site qu'en cours d'exploitation. Son rôle est de commander les procédés et remonter des informations utiles à l'exploitation de la station. [6]

### III.6.1-Architecture des automates :

La structure matérielle d'un API obéit au schéma donné sur la figure :

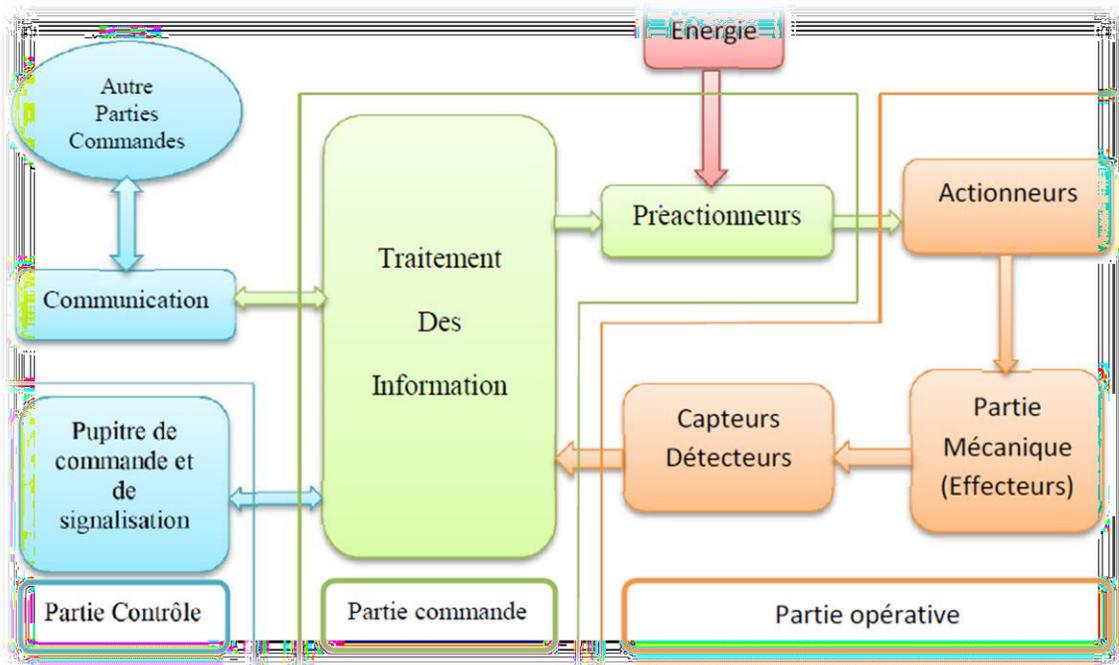


Figure III. 2 : Structure d'un système automatisé.

Il se compose de :

- ❖ Alimentation : la plupart des automates utilisent un bloc d'alimentation délivrant 24V DC. [6]
- ❖ Unité centrale (CPU) : L'unité centrale est le regroupement du processeur et de la mémoire centrale. Elle commande l'interprétation et l'exécution des instructions programme. Les instructions sont effectuées les unes après les autres, séquencées par une horloge. [5]
- ❖ Interfaces d'entrées / sorties : assurent l'intégration directe de l'automate dans son environnement industriel en réalisant les liaisons entre le processeur et le processus [6].

Le nombre de ces entrées et sorties varient en fonction du type d'automate. Les cartes d'entrées et de sorties sont modulaires, la modularité varie entre 8,16 et 32 voies.

- **Les entrées TOR** : L'information ne peut prendre que deux états (Vrai/Faux,0ou 1). Elles permettent de raccorder à l'automate les différents capteurs logiques tels que : boutons poussoirs, thermostats, fins de course, capteur de proximité. [9]
  - **Les sorties TOR** : Elles permettent de raccorder à l'automate les différents pré-actionneurs tels que, électrovannes, contacteurs, voyant.
  - **Les entrées numériques** : Utilisées pour les API haute ou moyenne gamme effectuant des traitements numériques. La longueur définit par la taille du mot mémoire de l'API (ex : 16 bits). [9]
  - **Les Entrées/Sorties analogiques** : Transforment une grandeur analogique en une valeur numérique et vice versa. La précision dépend du nombre de bits utilisés. Technologiquement, les EA/SA sont caractérisées par l'amplitude du signal analogique (typiquement 0/10V ou -10/+10V) et par le courant correspondant. [9]
- ❖ **Mémoire** : Elle est destinée au stockage des instructions qui constituent le programme de fonctionnement de l'automate. [6]

### III.6.2-Programmation d'API :

La programmation d'un API consiste à traduire dans le langage spécialisé de l'automate, les équations de fonctionnement du système à automatiser. Parmi les langages normalisés, on cite quelques-uns des plus connus et plus utilisés :

- Langage à contacts (LADDER) ;
- Langage List d'instructions (Instruction List) ;
- Langage GRAFCET (Sequential Function Chart : SFC) ;
- Langage littéral structuré.

Généralement, les constructeurs d'API proposent des environnements logiciels graphiques pour la programmation. [10]

### III.6.3-Critères de choix de l'automate :

Après l'établissement du cahier des charges, L'automate le mieux adapté aux besoins, en considérant un certain nombre de critères importants [9] :

- Le nombre et la nature des E/S ;
- La nature du traitement (temporisation, comptage, ...) ;
- Les moyens de dialogue et le langage de programmation ;
- La communication avec les autres systèmes ;
- Les moyens de sauvegarde du programme ;
- La fiabilité, robustesse, immunité aux parasites ;
- La documentation, le service après-vente, durée de la garantie, la formation.

En tenant compte des points mentionnés ci-dessus, et pour résoudre les problèmes rencontrés, on choisit l'automate S7-1200 qui est la nouvelle gamme de SIEMENS.

### III.7- Présentation de l'API 1200 :

L'automate SIMATIC S7-1200 est utilisé pour les applications d'automatismes de taille petite à moyenne, il est doté d'une architecture à la fois compacte et modulaire : [11]

- ✓ La CPU est équipée d'entrées et de sorties de signaux numériques et analogiques.
- ✓ Des modules additionnels d'entrées/sorties (modules Input, Output) peuvent être installés si les entrées et sorties intégrées ne sont pas suffisantes pour l'application désirée.
- ✓ Des modules de communication (RS232, RS485, ASi ...) peuvent également être insérés.
- ✓ Une interface TCP/IP intégrée, et servira au chargement des programmes et à la supervision du processus. [6]



Figure III. 3 : L'automate programmable S7-1200 et ces modules.

#### III.7.1- Principe de fonctionnement du S7-1200 :

Une fois le programme chargé, la CPU contient la logique nécessaire au contrôle et à la commande des appareils dans l'application. Il surveille les entrées et modifie les sorties conformément à la logique du programme utilisateur, qui peut contenir des instructions booléennes, de comptage, de temporisation, ou mathématiques complexes ainsi que des commandes pour communiquer avec d'autres appareils intelligents. [5]

#### III.7.2- Choix de la CPU :

Les CPU du système SIMATIC S7-1200 se déclinent en cinq classes de performances : CPU1211C, CPU1212C et CPU1214C, CPU1215C et CPU 1217C, chacune d'elles pouvant être étendue en fonction des besoins de la station. Les CPU's de l'automate S7-1200 sont données dans le tableau suivant [5]:

Tableau 1 : Tableau de comparaison des CPU S7-1200.

<b>CPU</b>	<b>CPU 1211C</b>	<b>CPU 1212C</b>	<b>CPU1214C</b>	<b>CPU1215C</b>	<b>CPU1217C</b>
<b>Mémoire de travail</b>	50 ko	75 ko	100 ko	125 ko	150 ko
<b>E/S TOR</b>	6 entrées 4 sorties	8 entrées 6 sorties	14 entrées 10 sorties	14 entrées 10 sorties	14 entrées 10 sorties
<b>E/S analogiques</b>	2 entrées	2 entrées	2 entrées	2 entrées 2 sorties	2 entrées 2 sorties
<b>Modules E/S extensible</b>	Aucune	2 modules	8 modules	8 modules	8 modules
<b>Module de communication (CM)</b>	3 modules	3 modules	3 modules	3 modules	3 modules
<b>Port de communication Ethernet PROFINET</b>	1 porte	1 porte	1 porte	2 portes	2 portes

Après avoir étudié notre système quand doit réaliser et après la comparaison entre les CPU disponibles, on a choisi la **CPU 1214C AC/DC/Rly** de référence **6ES7 214-1HG40-0XB0** V4.5 qui répond à nos besoins.



Figure III. 4 : La CPU S7-1214C (AC/DC/RLY).

### III.7.3- Modes de fonctionnement de la CPU :

La CPU a les modes de fonctionnement suivants :

- ↗ En mode « STOP », la CPU n'exécute pas le programme, et on ne peut pas charger un projet.
- ↗ En mode « STARTUP », la CPU entame une procédure de démarrage.
- ↗ En mode « RUN », le programme est exécuté de façon cyclique, certaines parties d'un projet peuvent être chargées dans la CPU en mode RUN. [5]



Figure III. 5 : L'état des modes fonctionnement de S7-1200.

La couleur de l'indicateur :

- Jaune correspond à l'état ARRET.
- Vert correspond à l'état MARCHE.
- Le clignotement correspond à l'état MISE EN ROUTE.

### **III.8- La supervision :**

C'est la partie qui effectue la supervision du système. Aussi appelé l'interface homme machine. Elle permet d'effectuer des réglages d'afficher des messages et de gérer les défauts. [5]

#### **III.8.1-Définition de la supervision :**

La supervision est une forme évoluée de dialogue Homme-Machine, elle consiste à surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé dont les possibilités vont bien au-delà de celle de fonctions de conduite et surveillance réalisée avec les interfaces. [12]

En informatique industrielle, la supervision des procédés peut être une application de surveillance, de contrôle-commande ou de diagnostic ou l'ensemble de ces dernières réunies. Elle se fait à travers un logiciel fonctionnant sur un ordinateur en communication, via un réseau local ou distant industriel, avec un ou plusieurs équipements. [5]

Les fonctions de la supervision sont nombreuses, on peut citer quelques-unes :

- Elle répond à des besoins nécessitant en général une puissance de traitement importante.
- Assure la communication entre les équipements d'automatismes et les outils informatiques d'ordonnancement et de gestion de production.
- Assiste l'opérateur dans les opérations de diagnostic et de maintenance. [11]

#### **III.8.2-Avantage de la supervision :**

Un système de supervision donne de l'aide à l'opérateur dans la conduite du procès, son but est de présenter à l'opérateur des résultats expliqués et interprétés et son avantage principal est :

- Surveiller le processus à distance.
- La détection des défauts.
- Le diagnostic et le traitement des alarmes
- Traitement des données. [11]

#### **III.8.3-Interface Homme-Machine :**

La programmation et la mise en marche d'une installation industrielle automatisée ne sont pas suffisantes, il donc nécessaire de visualiser l'état et le mode de fonctionnement de l'installation. Il existe plusieurs configurations d'interface de contrôle / commande. La configuration la plus simple est de rassembler toutes les informations sur une Interface Homme-Machine, pour faciliter la tâche de l'opérateur. [5]

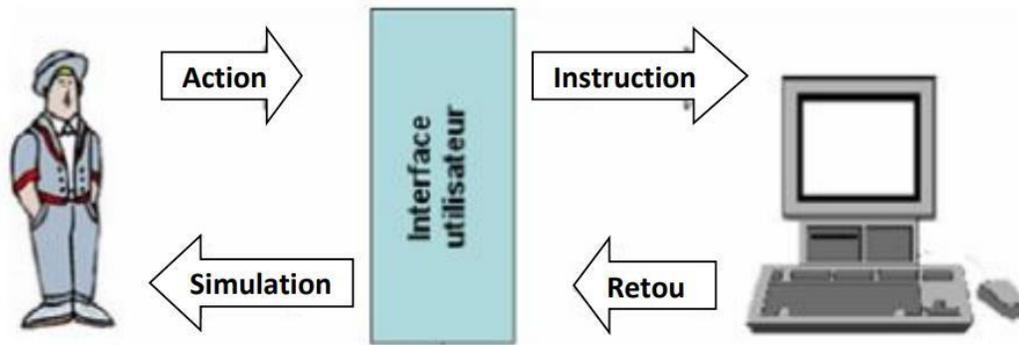


Figure III. 6 : Interface Homme-Machine.



Figure III.7: INTERFACE HOMME-MACHINE.

### III.9- CONCLUSION :

Dans ce chapitre nous avons étudié les systèmes automatisés, on a vu des généralités sur les API's, nous avons présenté les gammes des automates et leur architecture, sa structure externe et interne, son fonctionnement, et ses différentes fonctions ainsi que ses critères de choix.

# *Chapitre 4 :*

## *Programmation et supervision de la IKN*

**IV-1- Introduction :**

Lorsque la complexité des processus augmente et que les machines et les installations doivent répondre à des spécifications de fonctionnalité toujours plus sévères, l'opérateur a besoin d'un maximum d'informations pour observer l'état actuel du système. Ces informations s'obtiennent au moyen de l'Interface Homme-Machine (IHM).

L'objectif du présent chapitre, est de procéder à la supervision de notre système de l'IKN et ce, afin de permettre aux opérateurs un contrôle et une manipulation plus commande en temps réel par le moyen d'un PC ou d'écrans tactiles programmés, à l'aide de logiciels de supervision et de commande.

Dans ce chapitre, nous allons créer un programme API pour contrôle de refroidissement de clinker.

**IV.2- L'environnement de travail :****IV.2.1-Description du système :**

Le système de contrôle du refroidisseur se compose d'un API Siemens S7-1200 équipé d'un processeur et de modules distants numériques et analogiques d'entrée et de sortie destinés au contrôle et à la surveillance continue du groupe hydraulique, de la température et de la pression de l'huile et du concasseur à rouleaux. Ce système de contrôle est également équipé d'un contrôleur de mouvement d'axe servant au contrôle du système d'entraînement de grille.

**IV.2.2-Logiciel Tia portal :**

La plateforme Totally Integrated Automation Portal est le nouvel environnement de travail Siemens qui permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intégré comprenant les logiciels SIMATIC STEP 7 et SIMATIC WinCC. [13]

Les avantages de TIA Portal sont nombreux, un des avantages majeurs de celui-ci est l'automatisation des tâches répétitives. Cela aura comme effet de réduire le temps de développement et de simplifier la conception d'application d'automatisation.

**IV.2.3- STEP7 :**

STEP7 est le logiciel de base pour la configuration et la programmation des systèmes d'automatisation SIMATIC. Il fait partie de l'industrie logicielle SIMANC.

L'assistant de STEP7 est par défaut toujours activé. Celui-ci a pour but de nous assister dans la création de notre projet STEP7. La structure du projet sert à ordonner les données et programmes créés au cours du projet. [8]

**IV.2.4-SIMATIC WINCC :**

WinCC (portail TIA) est un logiciel d'ingénierie pour la configuration de pupitres SIMATIC, de PC industriels SIMATIC et de PC standard par le logiciel de visualisation WinCC Runtime Advanced ou par le système SCADA WinCC Runtime Professional. [14]

Ce logiciel permet de créer une Interface Homme Machine (IHM) graphique, qui assure la visualisation et le diagnostic du procédé. Il permet la saisie, l'affichage et l'archivage des données, tout en facilitant les tâches de conduite et de surveillance aux exploitants. Il offre une bonne solution de supervision, car il met à la disposition de l'opérateur des fonctionnalités adaptées aux exigences d'une installation industrielle.

**IV.3-Implémentation :**

Nous allons vu dans un premier temps créer un programme de logiciel Tia Portal pour la machine refroidisseuse. Ensuite, nous allons créer une interface Homme-Machine (IHM) pour le logiciel WinCC Advanced.

**IV.3.1-Travailler sur Tia Portal V17 :**

Deux vues différentes sont à votre disposition pour une initiation spécifique au portail TIA : La vue du portail et la vue du projet.

Les fonctions de la vue du portail et de la vue du projet sont expliquées dans ce qui suit.

**➤ La vue du portail :**

La vue du portail offre un aperçu de toutes les étapes de configuration du projet et un accès orienté tâche de votre tâche d'automatisation.

Les différents portails ("Démarrage", "Appareils et réseaux", "Programmation API", "Visualisation", " En ligne et diagnostic", etc.) montrent de manière claire et ordonnée l'ensemble des étapes de travail nécessaires à l'exécution d'une tâche d'automatisation. Vous pouvez alors décider rapidement de ce que vous souhaitez faire et appeler l'outil dont vous avez besoin.



Figure IV. 1 : Logo de Tia Portal V17.

La figure suivante montre la structure de la vue de portail :

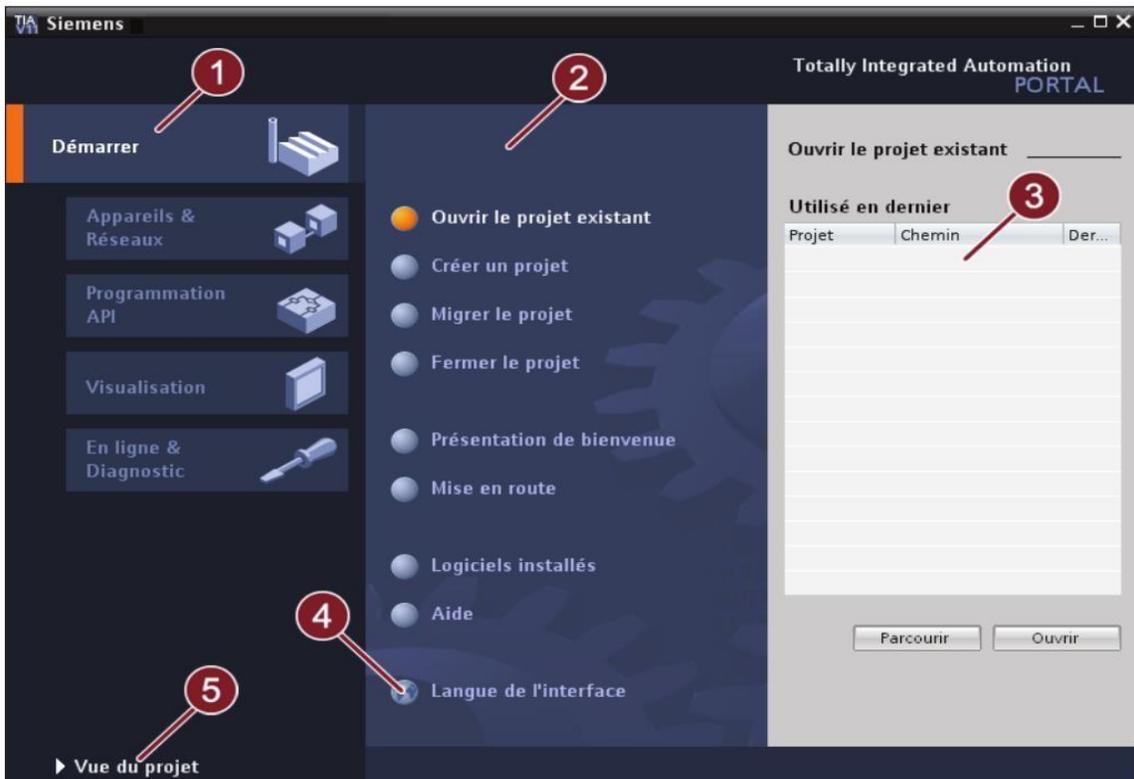


Figure IV. 2: Vue de portail.

Tableau 2 : EXPLIQUER VUE DE PORTAIL.

1	Portails pour les différentes tâches : Les portails mettent à disposition la fonction élémentaires requises par chaque type de tâche. Les portails qui vous sont proposés dans la vue de portail dépendent des produits installés.
2	Actions correspondantes au portail sélectionné : En fonction du portail sélectionné, les actions que vous pouvez exécuter dans ce portail vous sont proposées ici. L'appel d'une aide contextuelle vous est proposé dans chaque portail.
3	Fenêtre de sélection correspondant à l'action sélectionnée : La fenêtre de sélection est disponible dans chaque portail. Son contenu s'adapte à la sélection en cours.
4	Sélectionner la langue d'interface.
5	Passer à la vue de projet.

➤ **La vue du projet :**

La vue du projet correspond à une vue structurée hiérarchisée de l'ensemble des composants d'un projet. La vue du projet permet un accès rapide intuitif à tous les objets du projet, aux zones de travail correspondantes et aux éditeurs. Les éditeurs existants permettent de créer et d'éditer tous les objets nécessaires au projet. Toutes les données correspondantes relatives aux objets sélectionnés s'affichent dans les différentes fenêtres de travail.

La figure suivante montre la structure de la vue du projet :

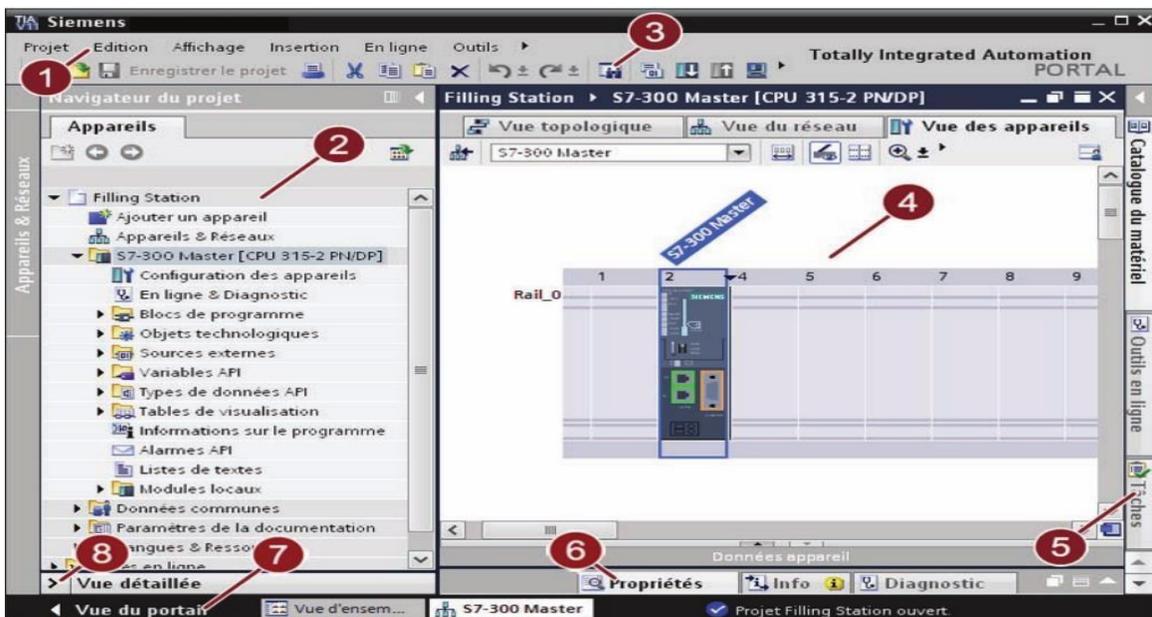


Figure IV. 3: Vue de projet.

Tableau 3 : Expliquer Vue De Projet.

1	Barre des menus : La barre des menus contient toutes les commandes indispensables pour réaliser votre tâche.
2	Navigateur de projet : Le navigateur de projet vous permet d'accéder à tous les composants et données de projet.
3	Barre d'outils : La barre d'outils met à votre disposition des boutons vous permettant d'exécuter les commandes les plus fréquemment utilisées. Vous pouvez ainsi accéder à ces commandes plus vite que par les menus dans la barre des menus.
4	Zone de travail : La zone de travail affiche les objets que vous ouvrez afin de les éditer.
5	Task Cards : Vous disposez de Task Cards en fonction de l'objet édité ou sélectionné. Les Task Cards disponibles figurent dans une barre au bord droit de l'écran. Vous pouvez à tout moment ouvrir ou fermer cette barre.
6	Fenêtre d'inspection : La fenêtre d'inspection affiche des informations supplémentaires sur un objet sélectionné ou sur des actions exécutées.
7	Vue du portail : Basculer à la vue du portail
8	Vue de détail : La vue de détail affiche certains contenus d'un objet sélectionné. Les contenus possibles sont par ex. des listes de textes ou des variables.

#### IV.4- Partie de programmation :

##### IV.4.1- Programmation d'API par TIA Portal :

###### a- Table des variables E/S :

Dans cette table on a représenté toutes les variables et leurs adresses utilisées de noter programme.

PLC tags									
	Name	Tag table	Data type	Address	Retain	Acces...	Writa...	Visibl...	Comment
1	RDY_M1	Default tag table	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	RUN_M1	Default tag table	Bool	%I0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	START_M1	Default tag table	Bool	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	FLT_M1	Default tag table	Bool	%I0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	DRV_M1	Default tag table	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	ALARM_M1	Default tag table	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	rst	Default tag table	Bool	%I0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	STOP_M1	Default tag table	Bool	%M0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	DRV_M2	Default tag table	Bool	%Q1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	ALARM_M2	Default tag table	Bool	%Q1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	V_reading	Default tag table	Real	%MD80	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	SET value	Default tag table	DWord	%MD90	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	current value sp	Default tag table	Real	%MD94	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	RDY_M2	Default tag table	Bool	%I1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	RUN_M2	Default tag table	Bool	%I1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	FLT_M2	Default tag table	Bool	%I1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	RDY_M3	Default tag table	Bool	%I2.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	RUN_M3	Default tag table	Bool	%I2.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	FLT_M3	Default tag table	Bool	%I2.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	DRV_M3	Default tag table	Bool	%Q2.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	ALARM_M3	Default tag table	Bool	%Q2.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	START_M2	Default tag table	Bool	%M0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	STOP_M2	Default tag table	Bool	%M0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
24	START_M3	Default tag table	Bool	%M0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
25	STOP_M3	Default tag table	Bool	%M0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
26	START_M4	Default tag table	Bool	%M0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
27	STOP_M4	Default tag table	Bool	%M0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
28	RDY_M4	Default tag table	Bool	%I3.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29	RUN_M4	Default tag table	Bool	%I3.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
30	FLT_M4	Default tag table	Bool	%I3.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
31	DRV_M4	Default tag table	Bool	%Q3.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
32	ALARM_M4	Default tag table	Bool	%Q3.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
33	RST_M1	Default tag table	Bool	%M1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
34	RST_M2	Default tag table	Bool	%M1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
35	RST_M3	Default tag table	Bool	%M1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
36	RST_M4	Default tag table	Bool	%M1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
37	RDY_M5	Default tag table	Bool	%I4.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
38	RUN_M5	Default tag table	Bool	%I4.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
39	START_M5	Default tag table	Bool	%M1.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
40	STOP_M5	Default tag table	Bool	%M1.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
41	FLT_M5	Default tag table	Bool	%I4.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
42	RST_M5	Default tag table	Bool	%M1.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
43	DRV_M5	Default tag table	Bool	%Q4.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
44	ALARM_M5	Default tag table	Bool	%Q4.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
45	Start all	Default tag table	Bool	%M200.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
46	P value	Default tag table	Real	%MD98	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
47	P_IN	Default tag table	Int	%MW68	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
48	Tag_1	Default tag table	Bool	%M7.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
49	ALL_RDY	Default tag table	Bool	%M7.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
50	FAN_1 input	Default tag table	Int	%MW70	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
51	FAN_1 Output	Default tag table	Int	%QW70	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
52	FAN_2 input	Default tag table	Int	%MW72	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
53	FAN_3 input	Default tag table	Int	%MW74	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
54	FAN_4 input	Default tag table	Int	%MW76	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
55	FAN_5 input	Default tag table	Word	%MW78	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
56	FAN_2 Output	Default tag table	Int	%QW72	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
57	FAN_3 Output	Default tag table	Int	%QW74	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
58	FAN_4 Output	Default tag table	Int	%QW76	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
59	FAN_5 Output	Default tag table	Int	%QW78	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
60	ALL_RUN	Default tag table	Bool	%M300.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
61	FLT	Default tag table	Bool	%M300.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
62	Stop all	Default tag table	Bool	%M200.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
63	RST all	Default tag table	Bool	%M200.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
64	AQ_V_LINE1	Default tag table	Real	%QD80	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
65	AQ_V_LINE2	Default tag table	Real	%QD84	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
66	AQ_V_LINE3	Default tag table	Real	%QD88	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
67	AQ_V_LINE4	Default tag table	Real	%QD92	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
68	AQ_V_LINE5	Default tag table	Real	%QD96	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
69	RDY all	Default tag table	Bool	%M200.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
70	ALWAYS ON	Default tag table	Bool	%M300.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figure IV. 4: TABLES DES VARIABLES E/S.

### b- Programmation :

Le programme qui nous crée permet d'avoir une commande isolée pour l'unité d'ensachage de ciment. La figure suivante représente les blocs du programme que nous avons réalisé.

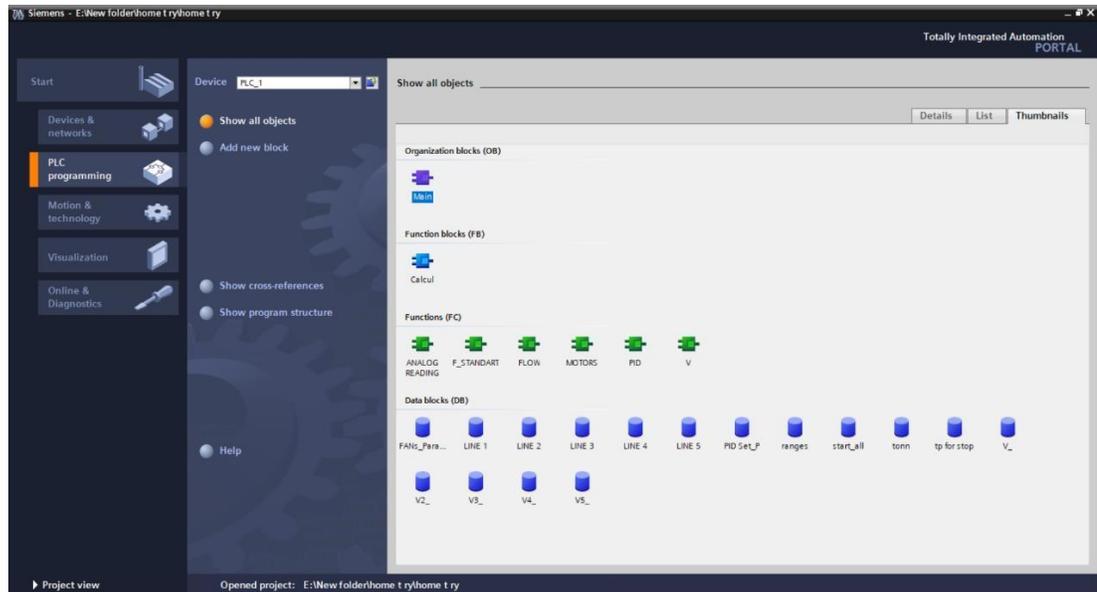


Figure IV. 5: Les Blocs Des Programmes.

### c- Structure du programme :

La structure du programme contenu dans le dossier bloc dépendant toujours des ressources fonctionnelles de la CPU et du logiciel de programmation des automates.

#### ▪ Les Blocs d'organisation :

Ils constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ils sont appelés par le système d'exploitation et gèrent le traitement de programme cyclique et déclenché les alarmes.

Dans notre programmation on a utilisé les blocs d'organisations **OB 1 (Main)**.

Le bloc d'organisation OB1 est généré automatiquement lors de la création d'un projet, il représente le programme principal, il contient l'appel de tous les blocs fonctions du programme (FB, FC) ce bloc est appelé cycliquement par le système d'exploitation.

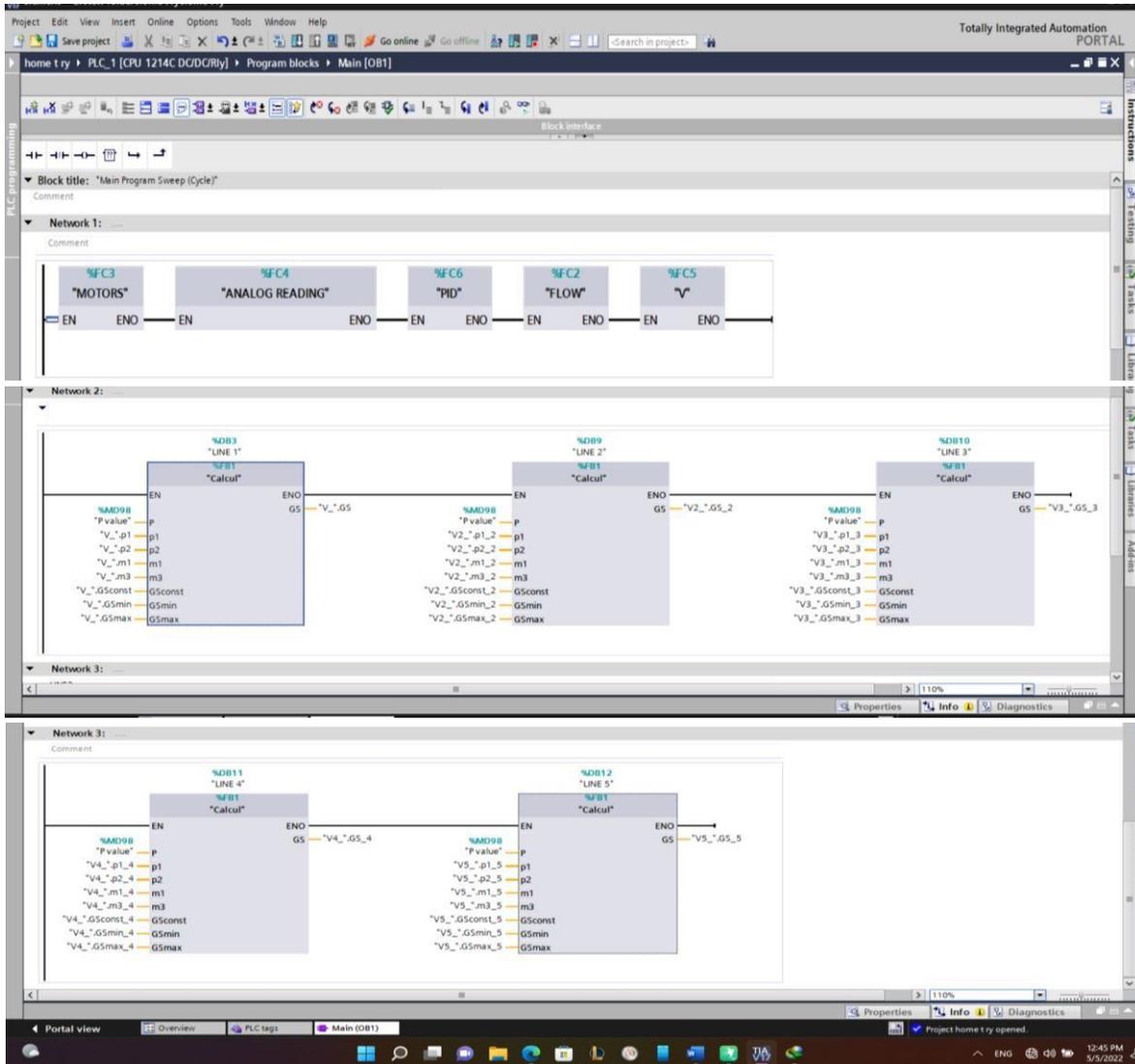


Figure IV. 6:Le Bloc Principale OB1.

▪ **Les fonctions :**

La Fonction est comme le bloc fonctionnel subordonnée au bloc d'organisation. Afin qu'elle puisse être traitée par la CPU. Il faut également l'appeler dans le bloc supérieur. A l'opposé du bloc fonctionnel, elle n'a pas besoin de bloc de données.

Les FC que notre programme comprend sont :

- FC1 : F\_STANDART
- FC2 : FLOW
- FC3 : MOTORS
- FC4 : ANALOG READING
- FC5 : V
- FC6 : PID
- FB1 : Calcul

**Block de fonction FC1 et FC3 :** Ce programme représente les conditions de base pour assurer le fonctionnement efficace des moteurs du dispositif de refroidissement, et nous avons étudié toutes les conditions qui peuvent survenir au moteur pendant son travail telles que les défauts et les alarmes.

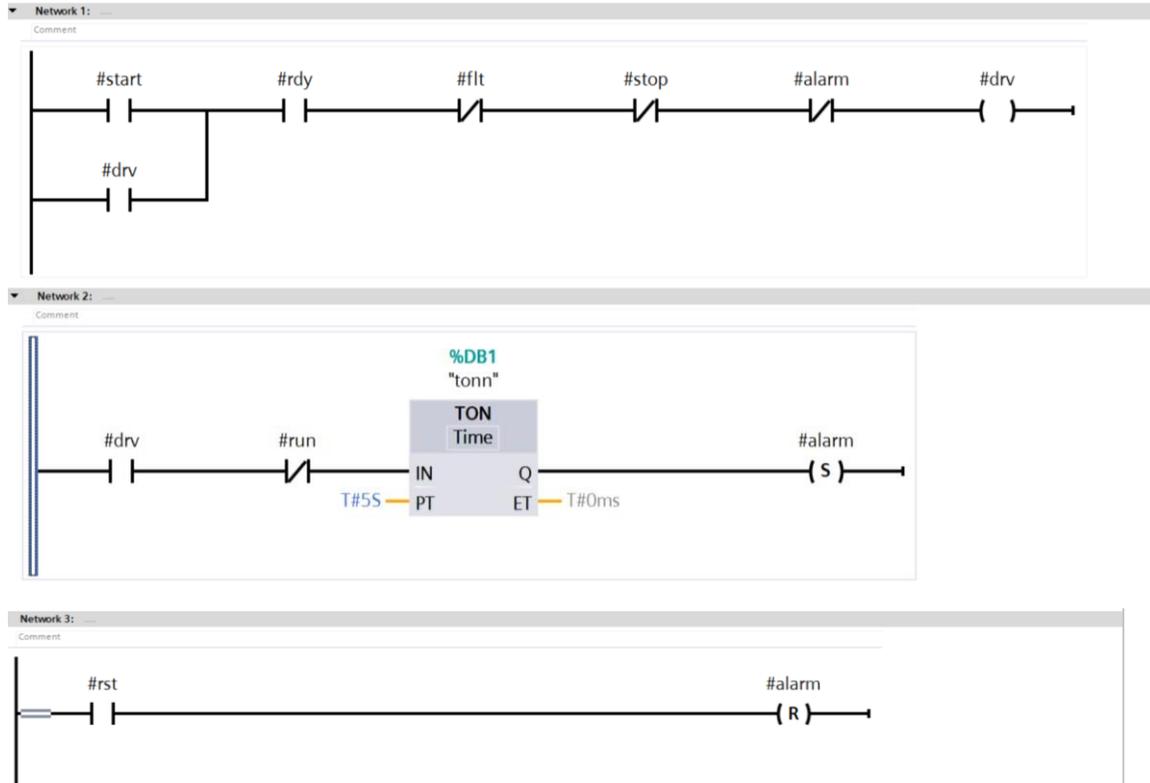


Figure IV. 7:LE FONCTION STANDARD.

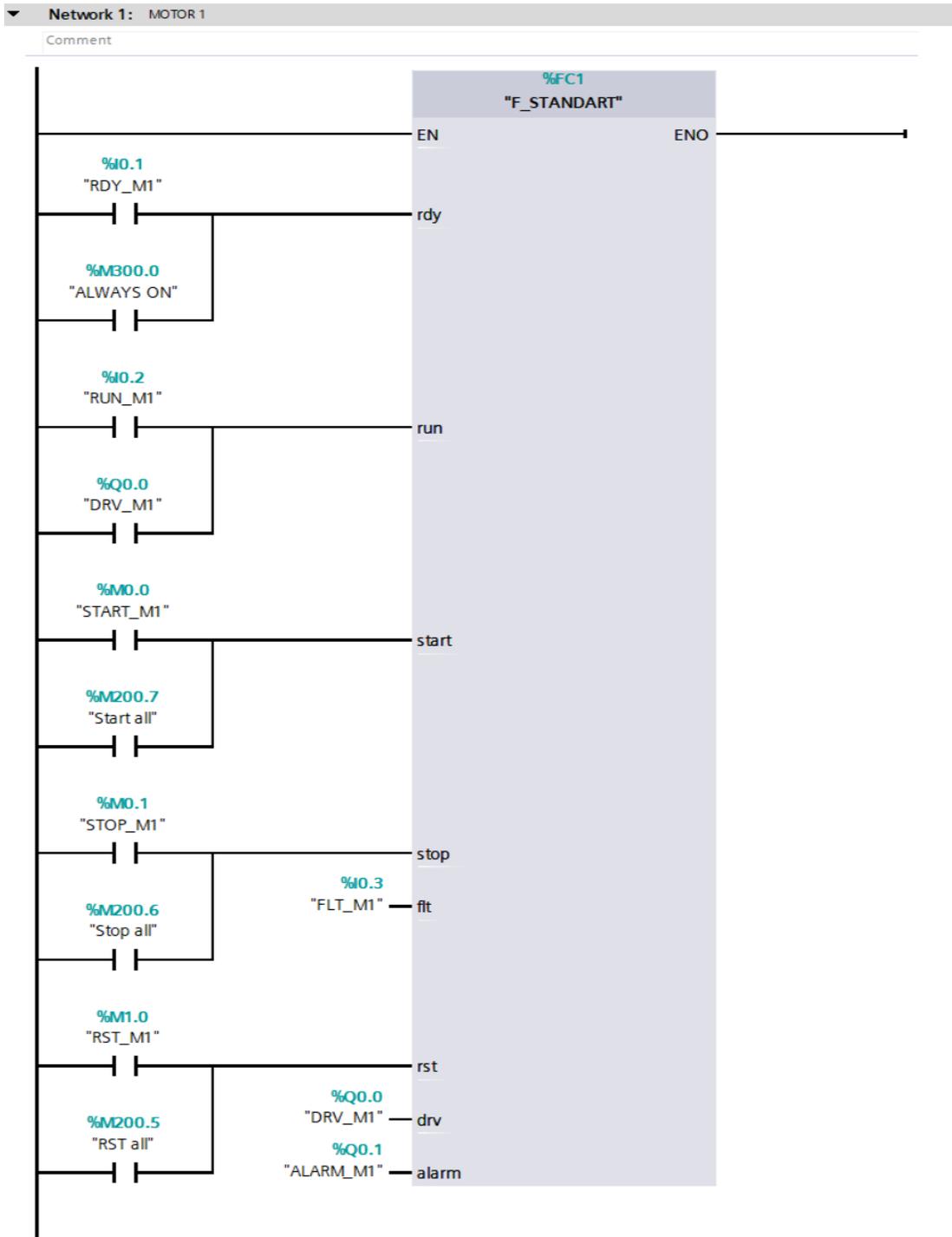


Figure IV. 8:Le Fonction Motors.

### Block de fonction FC4 pour le réseau de lire le capteur Analogique :

Si une valeur d'entrée analogique existe en tant que valeur numérisée dans la plage +/- 27648, elle doit généralement encore être normalisée de manière à ce que les valeurs numériques correspondent aux grandeurs physiques du processus.

De même, la sortie analogique résulte généralement du réglage d'une valeur normalisée qui doit encore être mise à l'échelle à la valeur de sortie +/- 27648.

Dans TIA Portal, des blocs prêts à l'emploi ou des opérations arithmétiques sont utilisés pour normaliser et mise à l'échelle.

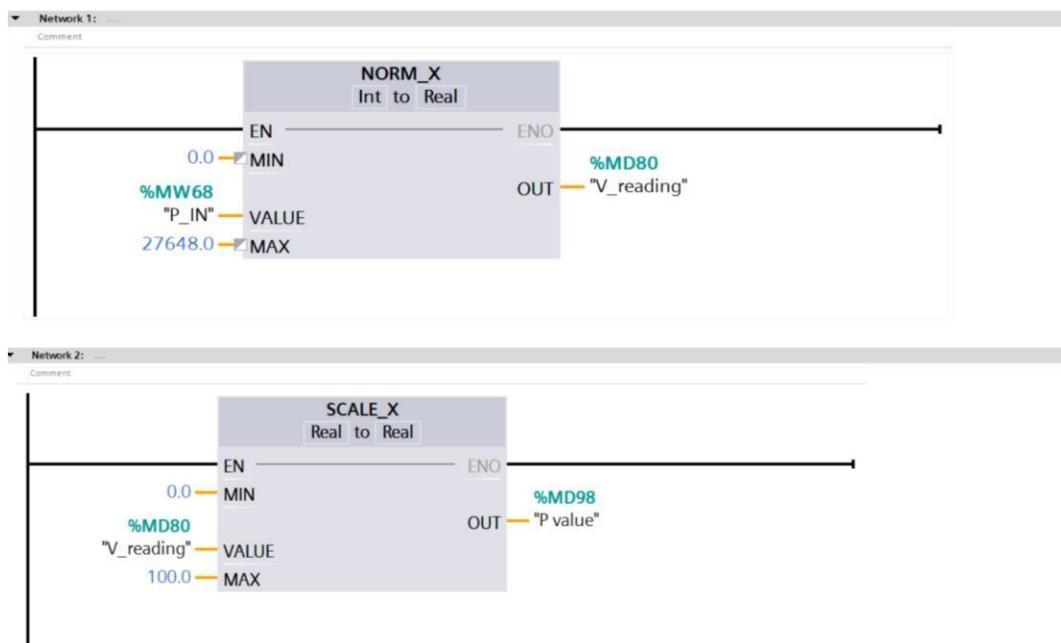


Figure IV. 9.:Fonction lire le capteur Analogique.

### Block de fonction FC2 pour le réseau de flow :

Le four à une vitesse de rotation variable qui n'est pas fixe, qui est déterminée par un capteur (MD90) qui détermine la valeur de cette vitesse.

Lorsque la matière première est à l'intérieur du four, elle a une température très élevée, elle doit donc être refroidie.

Le processus de refroidissement est le suivant :

Lorsque la matière première sort du four, elle tombe dans le dispositif de refroidissement IKN, qui à son tour la transmet aux différents ventilateurs de refroidissement.

Plus la vitesse du four est élevée, plus la vitesse du flux d'air généré par les ventilateurs de refroidissement est élevée et plus la vitesse du vérin est élevée.

Dans le premier range, qui est confiné entre 50-170, on note qu'il existe différentes vitesses pour les ventilateurs.

Tous les ventilateurs de refroidissement ont leurs propres paramètres.

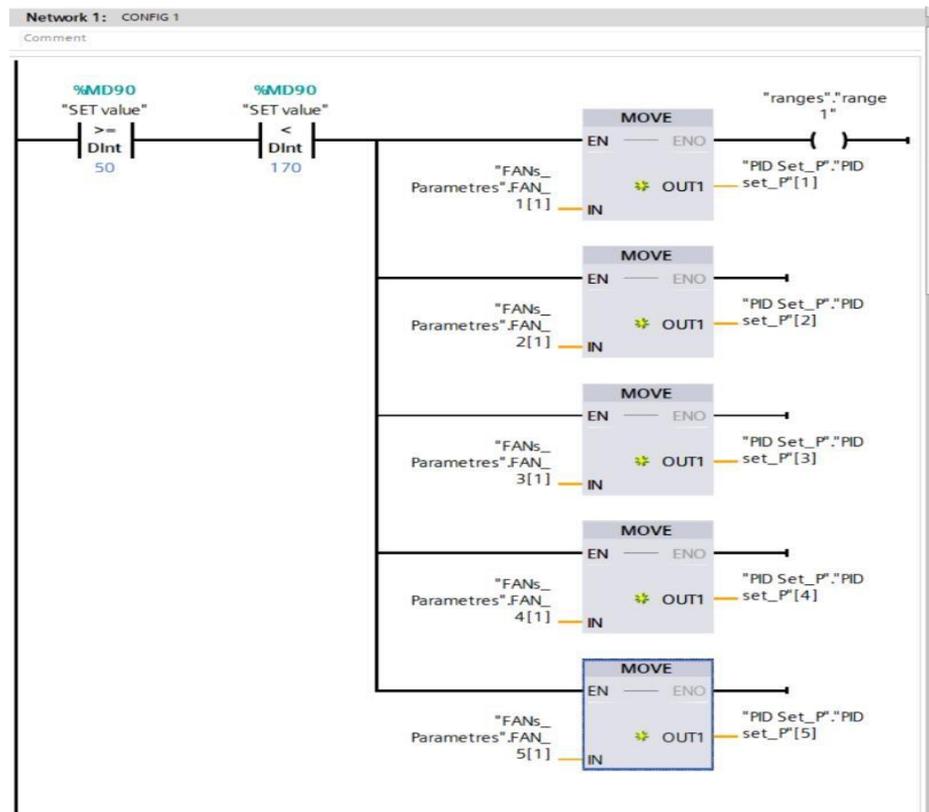


Figure IV. 10:Le Fonction De Flow.

### Block de fonction FC6 pour le réseau de PID :

Le régulateur standard le plus utilisé dans l'industrie est le régulateur PID (proportionnel, intégral et dérivé), car il permet de régler à l'aide de ses trois paramètres les performances (amortissement, temps de réponse, ...) d'un processus modélisé par un deuxième ordre. Nombreux sont les systèmes physiques qui, même en étant complexes, ont un comportement voisin de celui d'un deuxième ordre.

Par conséquent, le régulateur PID est bien adapté à la plupart des processus de type industriel et est relativement robuste par rapport aux variations des paramètres du procédé.

Si la dynamique dominante du système est supérieure à un deuxième ordre, ou si le système contient un retard important ou plusieurs modes oscillants, le régulateur PID n'est

plus adéquat et un régulateur plus complexe (avec plus de paramètres) doit être utilisé, au dépend de la sensibilité aux variations des paramètres du procédé. [15]

Le rôle du PID dans ce cas est qu'il lit la vitesse du four qui lui vient de sortie de flow et la compare et la corrige avec la vitesse des ventilateurs.

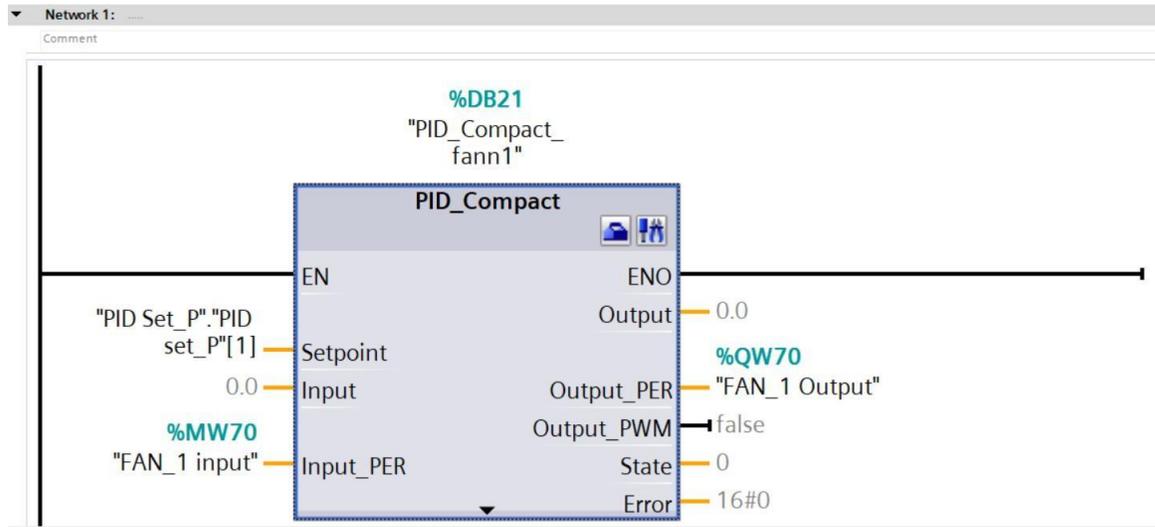


Figure IV.11:Le Fonction De Régulateur PID.

**Block de fonction FB1 pour le réseau de calcul :**

Le rôle de ce programme est qu'il calcule la vitesse à l'aide d'équations mathématiques spéciales qui affectent la force de la vitesse à laquelle le vérin fonctionne.

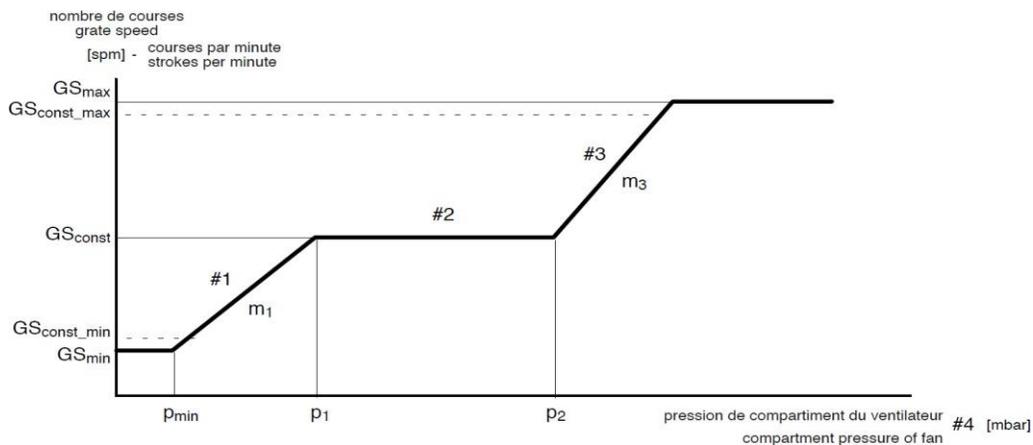


Figure IV. 12:Courbe de régulation de nombre de courses.

Les sections de courbe sont calculées à l'aide des équations suivantes :

- #1  $p < p1$ :  $GS = m1 \times (p - p1) + GSconst$  **IV.1**  
 if  $GS < GSmin$ :  $GS = GSmin$
- #2  $p1 \leq p \leq p2$ :  $GS = GSconst$  **IV.2**
- #3  $p > p2$ :  $GS = m3 \times (p - p2) + GSconst$  **IV.3**  
 if  $GS > GSmax$ :  $GS = GSmax$

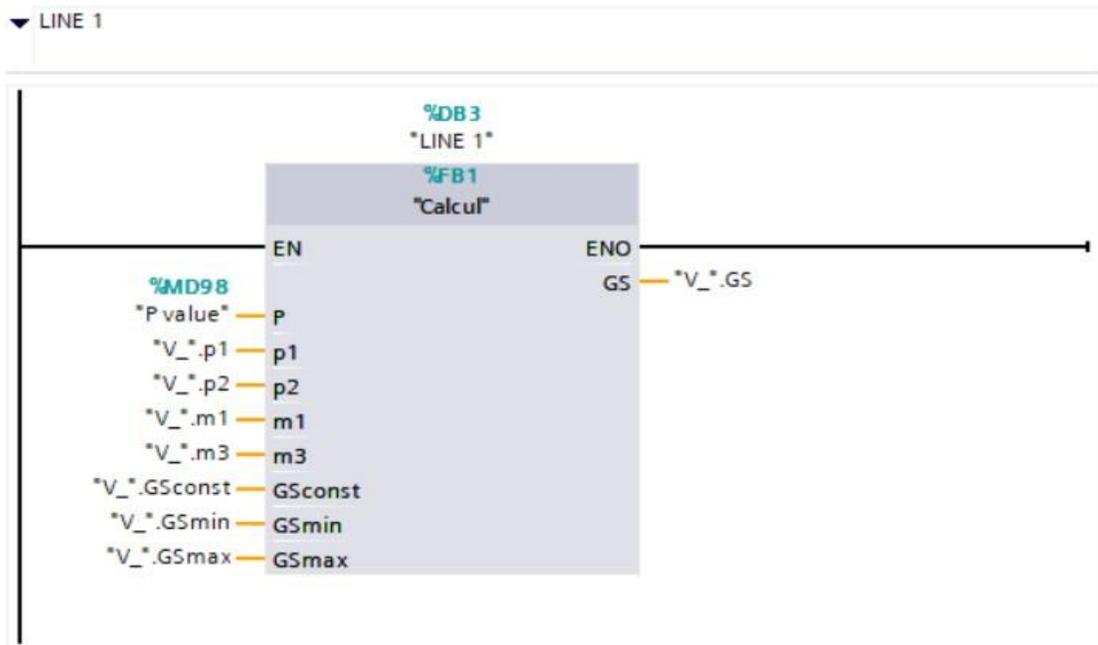
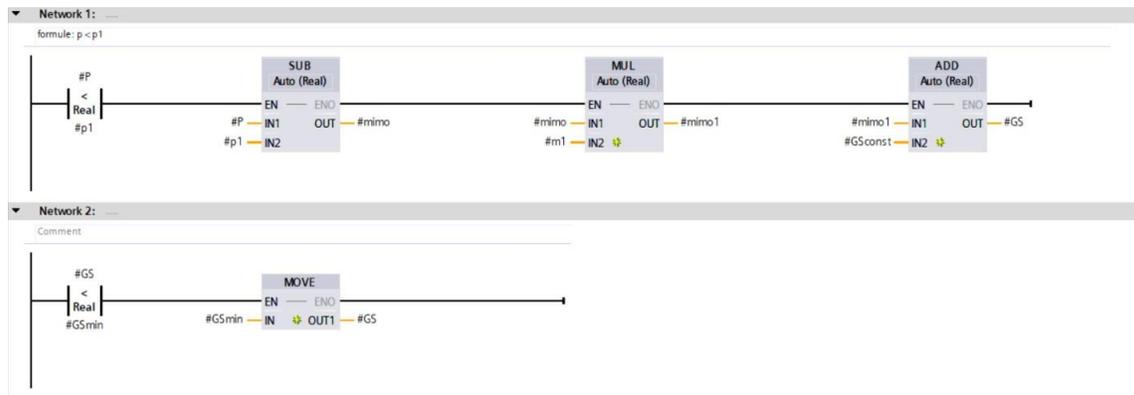


Figure IV. 13:Le Fonction De Calcule.



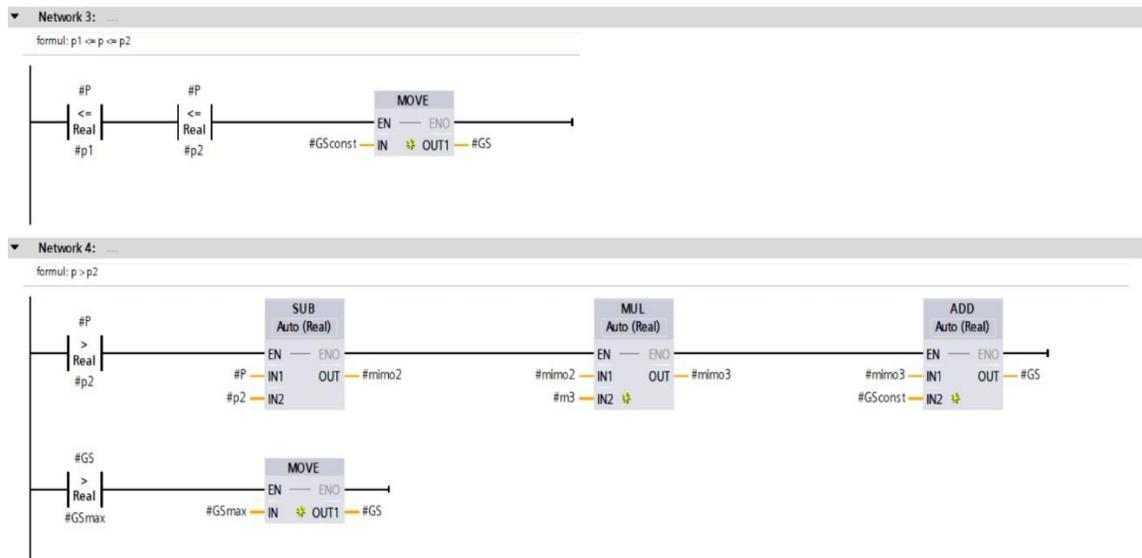


Figure IV. 14: Le Fonction De Résultat De Calcule.

### Block de fonction FC5 pour le réseau de vérin :

Un vérin est un actionneur qui permet de transformer l'énergie d'un fluide en un travail mécanique. Dit plus simplement, c'est un appareil qui a la capacité de déplacer une charge.

Il est composé d'un tube cylindrique dans lequel une pièce mobile, qui est un piston, se déplace.

Le piston sépare donc le cylindre en deux chambres, et comporte un ou plusieurs orifices qui permettent l'entrée ou la sortie d'un fluide dans celle-ci : De par ce phénomène, le piston se met en mouvement par la pression qui augmente ou diminue dans les chambres selon la quantité de fluide envoyée ou retirée. Généralement, une tige rigide est attachée au piston, ce qui permet de transmettre un effort, et donc un déplacement. Pour finir, l'étanchéité entre le corps du cylindre et le piston est assurée par un ou des joints.

#### *Vérin hydraulique :*

Il utilise l'huile sous pression, et peut exercer une pression qui peut atteindre les 350 bars, soit à peu près 60 fois plus que le vérin pneumatique. Par rapport au vérin précédent, il est bien souvent beaucoup plus coûteux, et comme dit juste avant, il est capable de développer des efforts beaucoup plus importants.

Il faut savoir que ces deux types de vérins fonctionnent de la même façon. Comme vous l'avez sûrement déjà compris, La seule variable est le fluide utilisé (air comprimé ou huile sous pression). [16]

Le rôle de ce programme est que la vitesse de la grue est déterminée par le fonction de résultat de calcul.

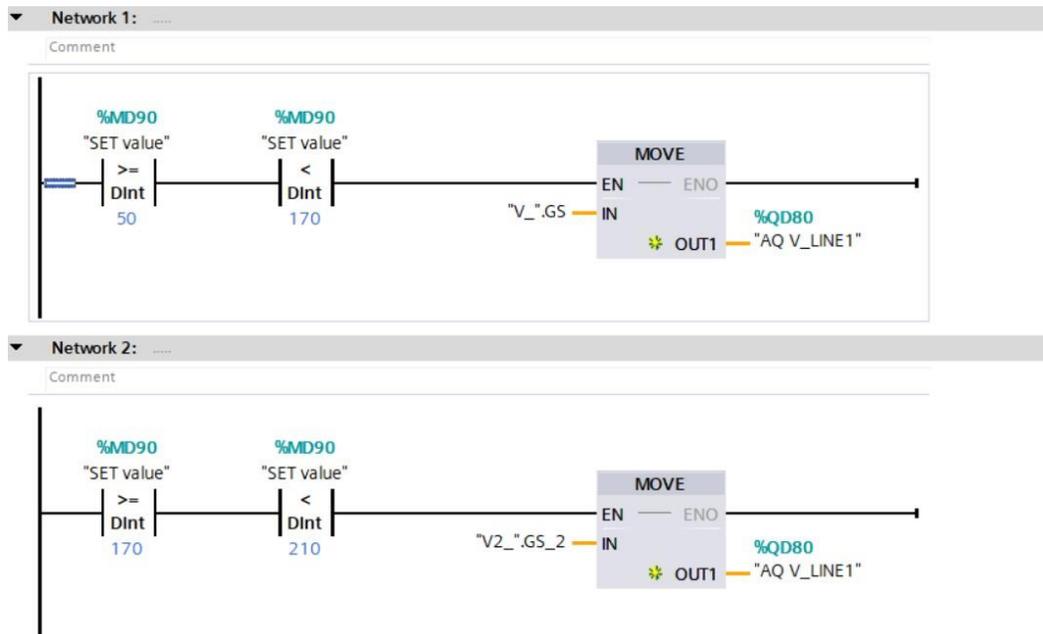


Figure IV. 15:Le Fonction De Vérin.

#### d- Les vues de supervision et de commande :

- La vue de système hydraulique.
- La vue de refroidisseur.
- La vue de courbe.

- **La vue de système hydraulique :**

Le vérin est contrôlé par un système hydraulique (Figure IV.16) il a plusieurs éléments :

- Pompes dédiées au système d'entraînement de grille.
- Cuve de 1 000 l contenant l'huile hydraulique.
  - Avec vanne manuelle d'ouverture/ de fermeture.
  - Thermomètre pour température de l'huile hydraulique.
  - Indicateur de niveau de remplissage.
- Système de refroidissement d'huile par eau 70l/m, 2bar, max 30°C.
  - Surveillance continue du positionnement par détecteur de proximité au niveau des vannes manuelles de la cuve à huile.
  - Température d'huile.
  - Capteur de niveau d'huile.
  - Détection du débit d'eau dans le circuit de refroidissement.
  - Surveillance continue des vannes des pompes.

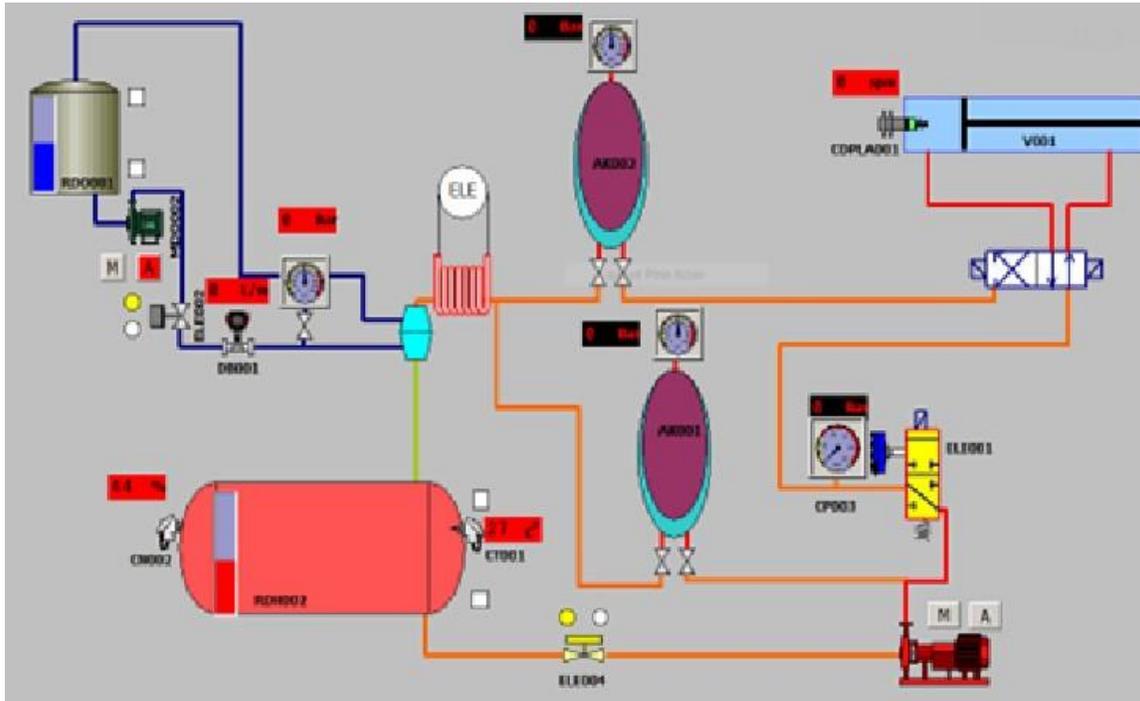


Figure IV.16: vue de system hydraulique.

- **La vue de refroidisseur :**

Les principaux composants du refroidisseur pendulaire IKN sont, comme suit :

- Corps du refroidisseur, avec hotte du four.
- Système LPS (Suspension Pendulaire Linéaire).
- Système KIDS et section occupée par la grille pendulaire.
- Groupe hydraulique pour mouvement de la grille et bouclier thermique.
- Ventilateurs de refroidissement.
- Concasseur à rouleaux.
- Extracteur tubulaire de poussière (système TDE).
- Bouclier thermique.
- Système d'aspersion d'eau.

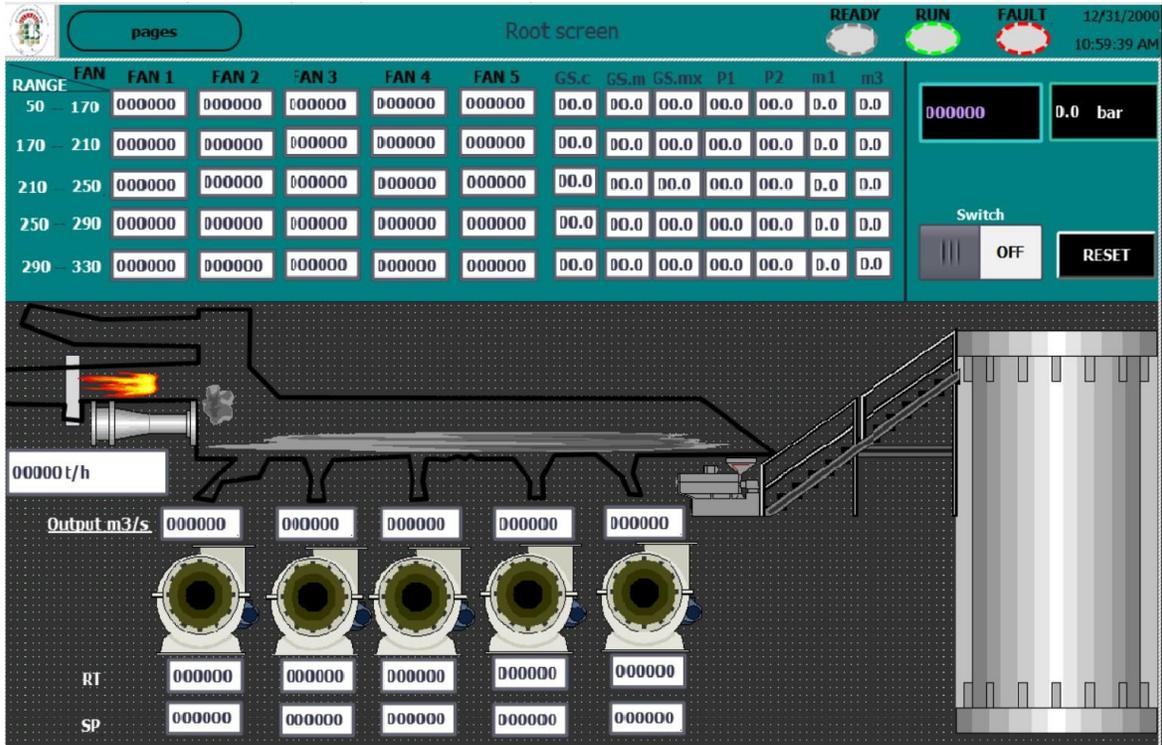


Figure IV. 17: La Vue de refroidisseur.



Figure IV. 18: La Vue de refroidisseur quand ça ne marche pas.

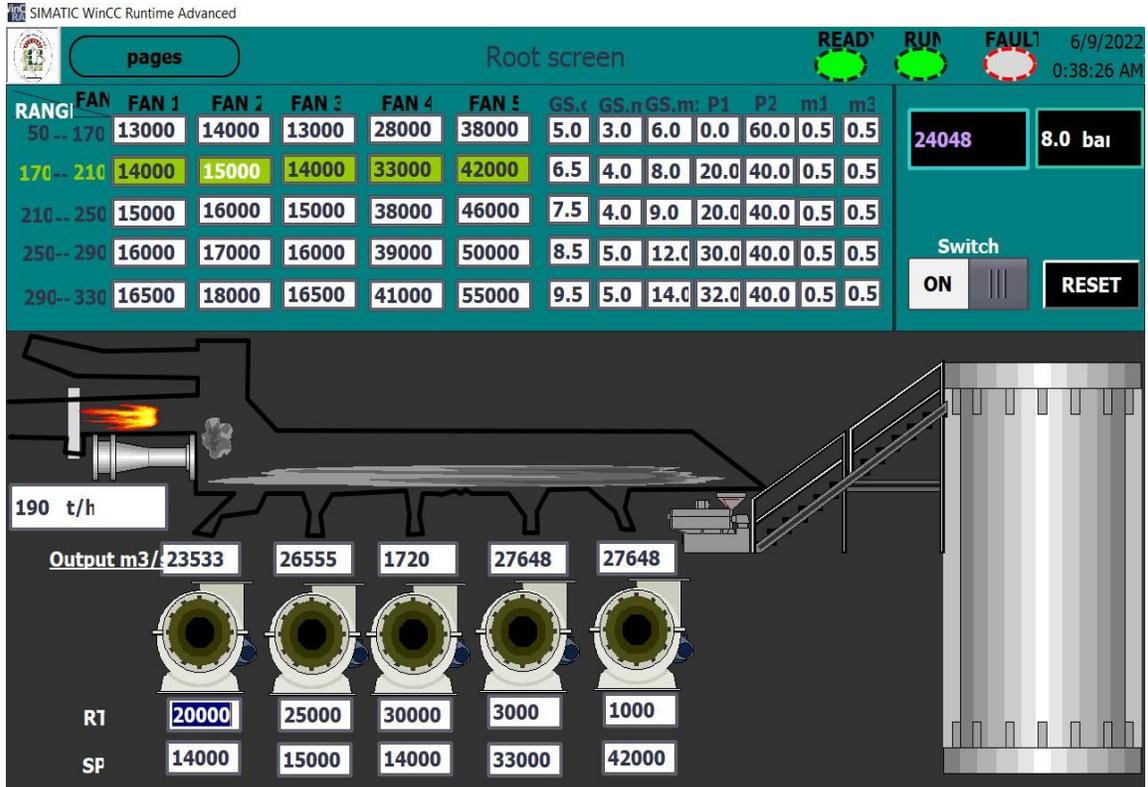


Figure IV. 19: : La Vue de refroidisseur quand il fonctionne.

- Les vues des courbes :

Représenter les vallaire de température d'huile et le niveau par le temps (figure IV.20)

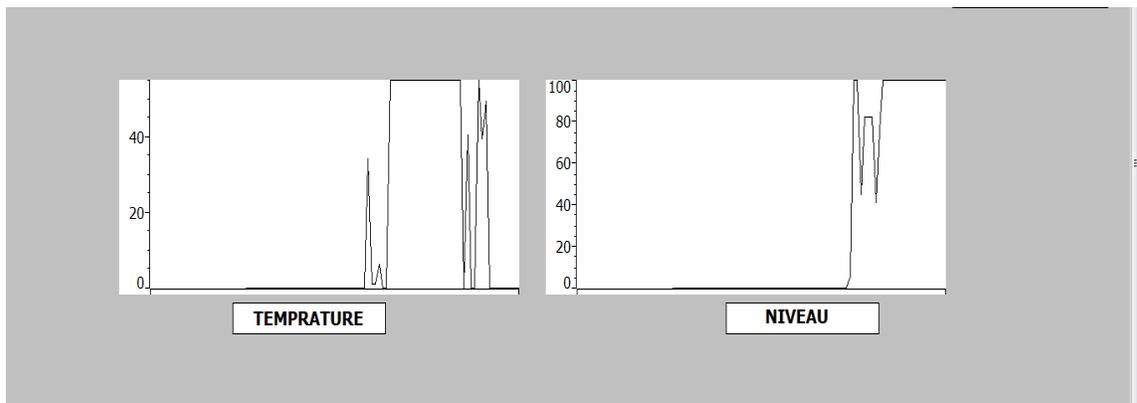


Figure IV. 20: Les vues des courbes.

**IV.5-Conclusion :**

Ce chapitre nous avons donné un petit aperçu sur le logiciel Tia portale, puis nous permet de réaliser, programmer, simuler la commande de la refroidisseur IKN en utilisant l'automate s7-1200 par le logiciel de programmation Tia portale v17 et WinCC Advanced.

Nous avons testé le fonctionnement de notre système par simulation. Nous avons montré également les performances de la commande programmée.

Le contrôle automatique nous permet de surveiller le processus de production de minimiser l'accident et d'accélérer considérablement le processus de production.

# *Conclusion générale*

## **Conclusion générale :**

Le travail effectué au sein de l'entreprise cimenterie Biskria SPA nous a permis de mettre en évidence l'aspect pratique de l'ensemble des connaissances théoriques acquises tout au long de notre cursus, ainsi enrichir nos connaissances et notre savoir-faire dans le domaine de l'automatisation des systèmes industriels et tirer profit de l'expérience des personnes du domaine et d'autre part, d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour l'élaboration des projets d'automatisation.

L'automatisation s'est généralisée à l'ensemble des activités de production, tant dans l'industrie, que dans les activités de services. Quel que soit son domaine d'application et les techniques auxquelles elle fait appel, l'automatisation s'est constamment développée dans l'unique but de réduire la pénibilité du travail humain et d'améliorer la productivité du travail.

Les travaux présentés dans ce manuscrit de mémoire de master portent sur l'étude et l'automatisation du système de refroidisseur de clinker IKN de la cimenterie SPA BISKRIA.

Notre travail a été réalisé au sein de l'usine SPA BISKRIA qui permet de programmer et de simuler notre système avec le logiciel Step 7 avec la réalisation d'une IHM nous permettrons un meilleur contrôle du processus, le diagnostic rapide d'éventuelle panne.

Dans le premier chapitre du mémoire, nous avons parlé de la façon dont le ciment est produit dans la cimenterie de Biskria SPA, en mettant en évidence les différentes étapes fondamentales de la réalisation de ce processus.

Dans le deuxième chapitre, nous avons parlé de la définition de l'appareil de refroidisseur IKN, et nous avons abordé les éléments de base et les sections qui le composent, et nous avons également parlé de son fonctionnement.

Dans le troisième chapitre, nous avons présenté une étude approfondie sur deux choses importantes, la première dont nous avons défini un système automatisé et abordé ses objectifs, et la deuxième chose, nous avons parlé des automates programmables industrielles, et nous avons spécifiquement mentionné les automates S7-1200, où nous avons abordé plusieurs éléments, notamment sa définition, son architecture, et comment le programmer et le choisir. Nous avons également abordé une chose très importante, qui est supervision, où nous l'avons défini et mentionné ses avantages, et nous avons également parlé d'IHM

Dans le quatrième chapitre, nous avons programmé le système de refroidissement du clinker IKN par le logiciel Tia Portal v17, que nous avons appris à connaître à travers des figures et des tableaux montrant son fonctionnement et nous avons simulé le programme. Nous avons également donné la marche à suivre pour créer une IHM (interface homme

## *Conclusion générale*

machine) pour la surveillance et le contrôle du système de refroidissement, avec une vue d'ensemble Blocs utilisés lors de la programmation.

Suite au travail effectué au niveau de l'usine SPA Biskria Ciment, on estime que les résultats obtenus sont très concluants. En effet, nous avons pu réaliser le projet qui nous a été confié et tester avec succès. Ce projet était une occasion d'approfondir nos connaissances acquises durant notre formation et de les confronter en étude de simulation à un problème d'industrie réel. Cela nous a permis d'acquérir une expérience dans le domaine de la pratique.

Les travaux présentés dans ce mémoire ouvrent un certain nombre de perspectives. Parmi ces dernières, nous pensons à modifier le système de commande par des techniques de commande avancées. Nous pouvons également ajouter des langages de programmation tels que Python a note programme afin de gagner en flexibilité pour résoudre plus de problèmes et améliorer le système.

# *Référence Bibliographiques*

## *Référence Bibliographique*

- [1] : Documentations de l'usine Biskria cimenterie.
- [2] : «Fabrication du Ciment,» [En ligne]. Available: [https://www.lafarge.dz/2\\_2\\_1-fabrication-du-ciment](https://www.lafarge.dz/2_2_1-fabrication-du-ciment).
- [3] : «Effet de l'association laitier-calcaire sur les caractéristiques physico-chimiques et mécaniques de ciments,» 2015/2016. [En ligne]. Available: <http://dspace.univ-msila.dz:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3097/56.pdf>.
- [4] : *A0600\_016\_0000\_H3\_001\_D\_A\_Training\_Manual\_FR\_*, 2016, p. 81.
- [5] : K. Ilyes et A. Elouaret, 2019/2020. [En ligne]. Available: /Mémoire%20Master.
- [6] : O. Nabil et . M. MEHOUED, «Mise en place d'un système de comptage et de surveillance pour un débitmètre de forage avec l'API S7 1214 C,» 2016. [En ligne].
- [7] : C. JOSSIN, «BUTS de l'automatisation,» [En ligne].
- [8] : M. Mohammed-Yazid, «Etude et automatisation de la station d'huile de la cimenterie SPA BISKRIA,» 27 09 2020. [En ligne].
- [9] : S. B. SAOUD, «Chapitre 2 LES AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS (API),» [En ligne].
- [10] : «Les Automates Programmables Industriels (API),» [En ligne]. Available: [https://fasoeducation.net/espace\\_eleves/secondaire/eftp/bac\\_technologique/automates\\_programmables\\_industriels/co/grainProgrammation\\_automate.html](https://fasoeducation.net/espace_eleves/secondaire/eftp/bac_technologique/automates_programmables_industriels/co/grainProgrammation_automate.html).
- [11] : L. MOUHOUUB et R. DABOUZ , «Automatisation et supervision d'une chaîne auto-bras et presse hydraulique,» 28 09 2017. [En ligne].
- [12] : «API et Supervision,» [En ligne]. Available: <http://elearning.univ-djelfa.dz/>.
- [13] : R. Youcef, «Étude de système de palettisation automatique,» Septembre 2020. [En ligne]. Available: [http://archives.univ-biskra.dz/bitstream/123456789/17964/1/Youcef\\_Rahmouni.pdf](http://archives.univ-biskra.dz/bitstream/123456789/17964/1/Youcef_Rahmouni.pdf).

## *Référence Bibliographiques*

[14] : B. Sofiane, «Etude et miss en œuvre de la commande automatique de l'ensacheuse rotative et la supervision,» 2017/2018. [En ligne]. Available: <http://archives.univ-biskra.dz/handle/123456789/11174>.

[15] : M. KERKAR Abdelmadjid et M. ZERGA Abdelhamid Ali, «Régulation automatique de la pression du capot de chauffe par la variation de la vitesse du ventilateur d'Exhaure,» 2019 /2020. [En ligne]. Available: [http://thesis.essatlemcen.dz/handle/STDB\\_UNAM/143](http://thesis.essatlemcen.dz/handle/STDB_UNAM/143).

[16] : «Système Automatisé de production,» [En ligne]. Available: <https://sites.google.com/site/pt2systautoprod/verins-pneumatiques-et-hydrauliques>.

**Annexe**

# Annexe A

## Annexe A

### Schémas de commande et de puissance

#### 1- Schéma de commande :

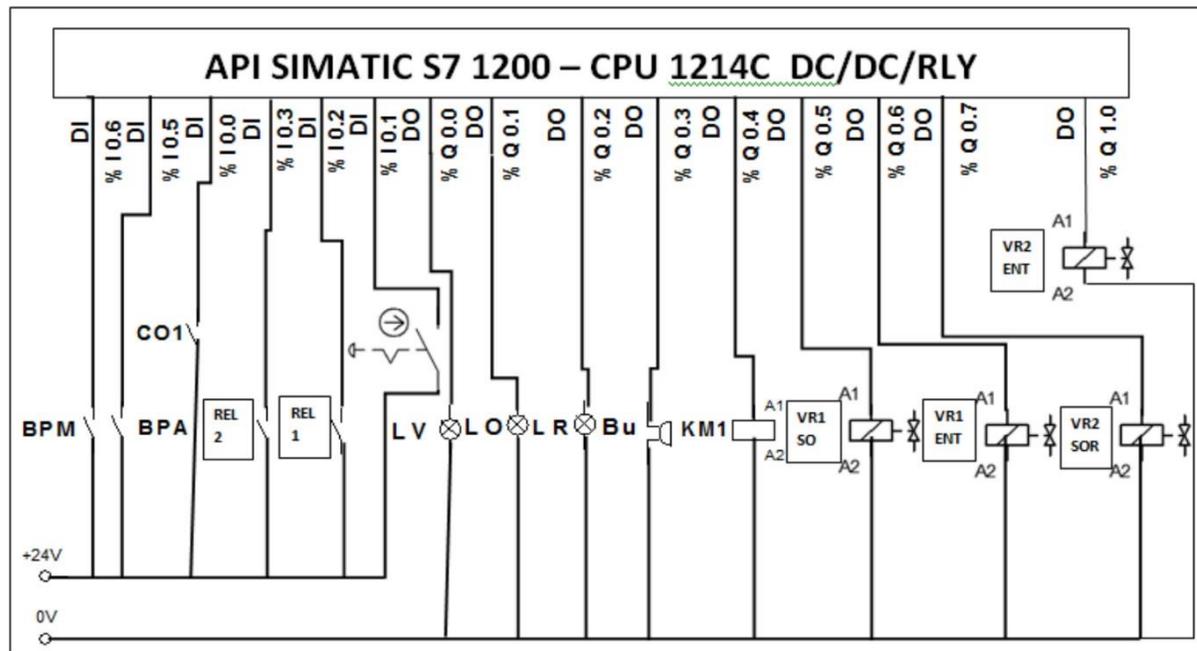


Figure A. 1: Schéma de commande.

# Annexe A

## 2- Schéma de puissance :

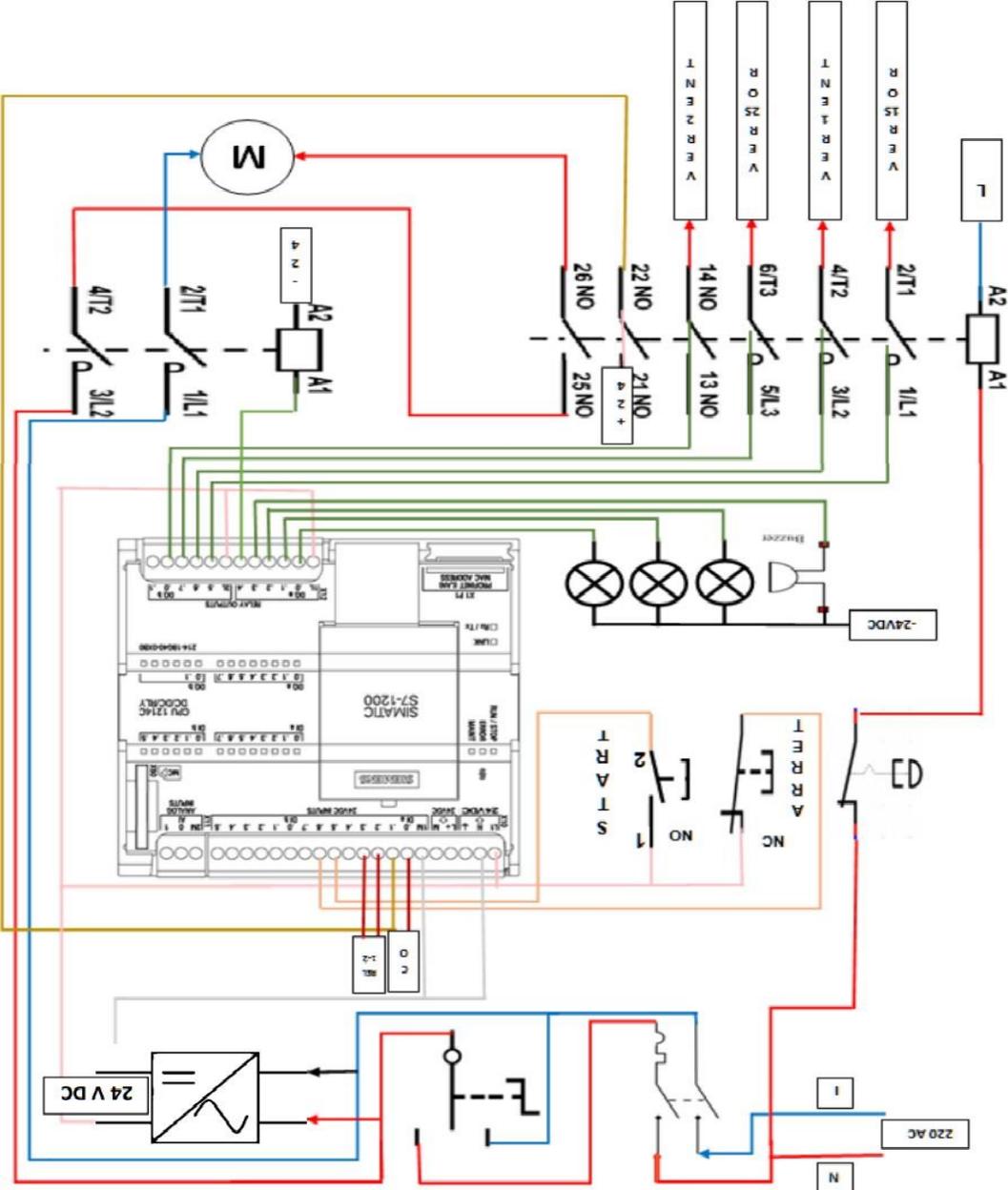


Figure A. 2: Schéma de puissance.

# Annexe B

## Annexe B TIA Portal

### 1- INTRODUCTION :

La plateforme Totally Integrated Automation Portal est le nouvel environnement de travail Siemens qui permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intégré comprenant les logiciels SIMATIC STEP 7 V17 et SIMATIC WinCC V17.

Pour programmer notre projet (API S7-1200), on a utilisé le logiciel de Siemens TIA Portal V17.

### 2- Présentation du logiciel TIA Portal V17 :

TIA Portal, la plate-forme d'automatisation totalement intégrée de Siemens, répond pleinement aux exigences industrielles en matière de convergence des systèmes d'information (IT) et des technologies opérationnelles (OT). La version V17 offre un niveau d'intégration supplémentaire en prenant en compte les nouvelles technologies telles que l'informatique de périphérie (l'Edge Computing).

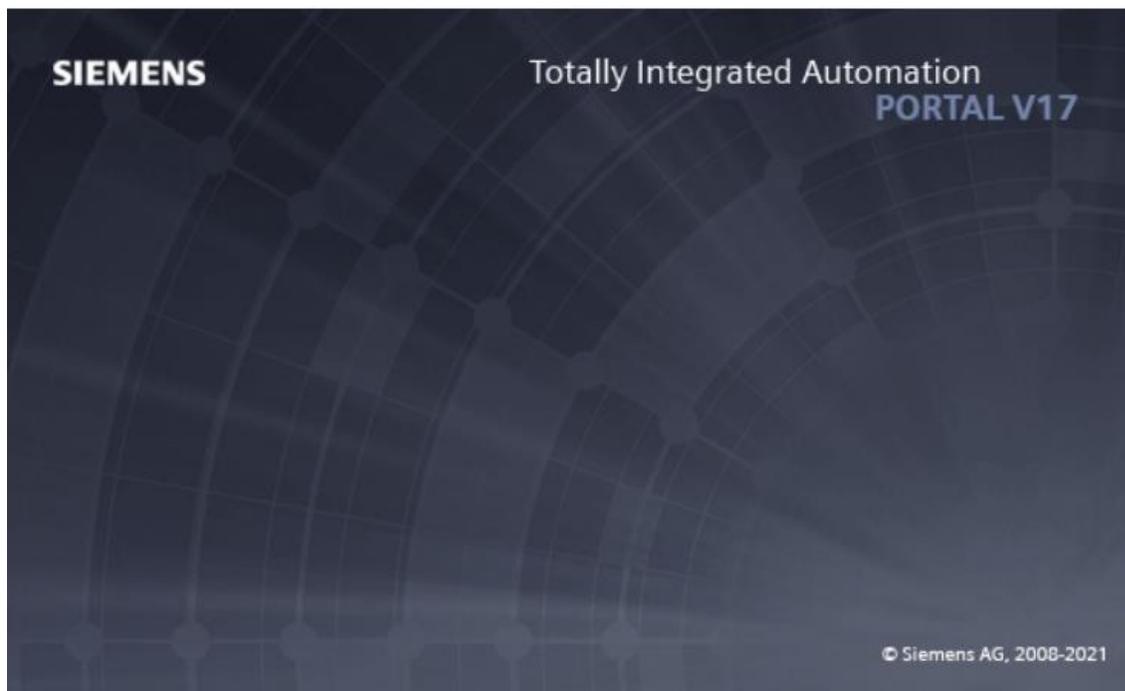


Figure B. 1: Logo de TIA Portal V17.

# Annexe B

- **Création d'un nouveau projet :**

Pour créer un projet dans la vue du portail il faut sélectionner l'action « **Créer un projet** ». On peut donner un nom au projet, choisir un chemin où il sera enregistré, indiquer un commentaire ou encore définir l'auteur du projet.

Une fois que ces informations sont entrées, il suffit de cliquer sur le bouton « **créer** »

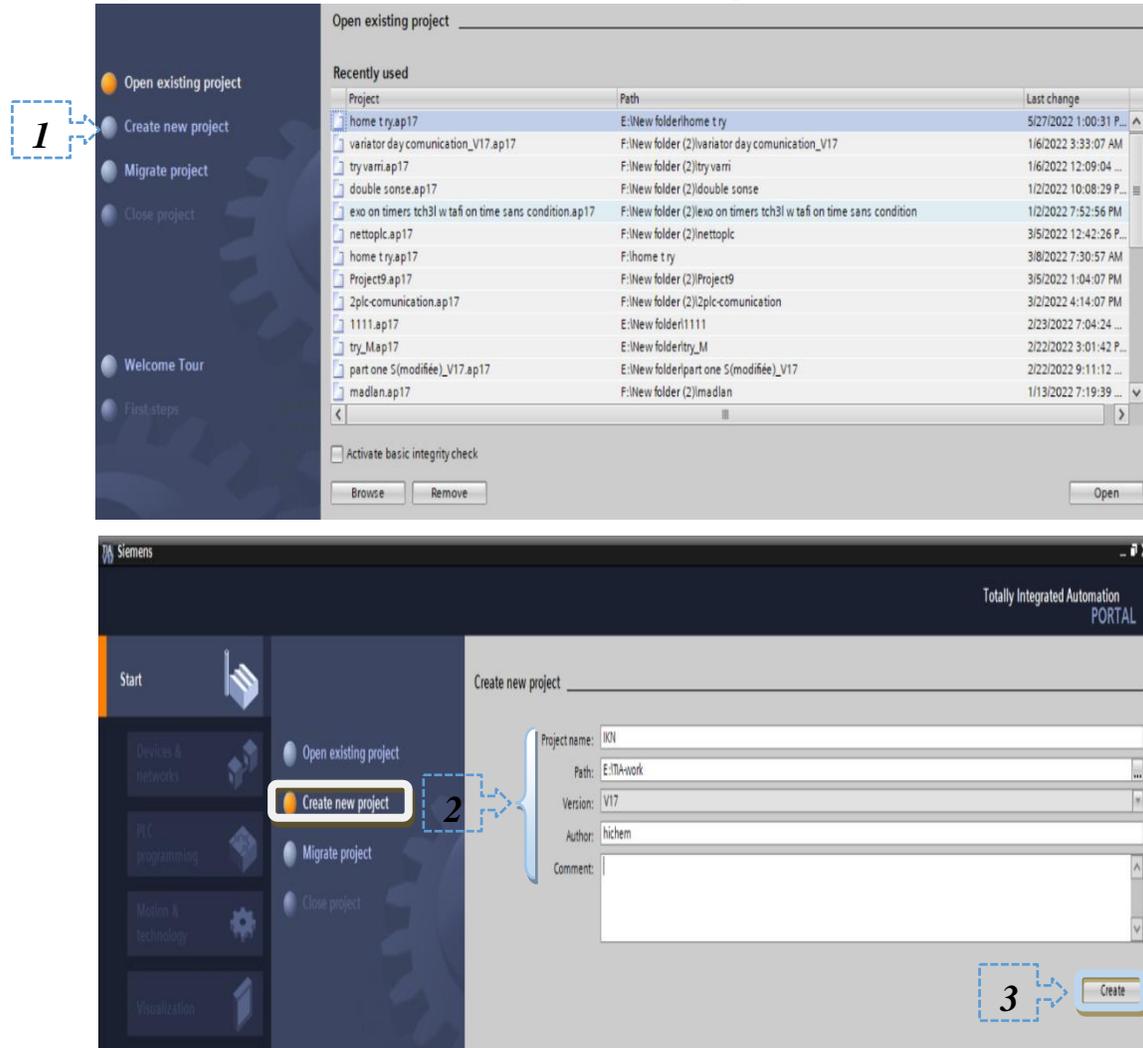


Figure B. 2: Vue TIA Portal (création d'un projet).

# Annexe B

- Configurer et ajouter in appareil :

Une fois votre projet crée, on peut configurer la station de travail.

La première étape consiste à définir le matériel existant. Pour cela, on peut passer par la **vue du projet** et cliquer sur « **configurer l'appareil** » puis « **ajouter un appareil** » dans le navigateur du projet.

La liste des éléments que l'on peut ajouter apparait (API, HMI, système PC). On commencera par faire le choix de notre CPU pour ensuite venir ajouter les modules complémentaires (alimentation, E/S TOR ou analogiques, module de communication AS-i, ...).

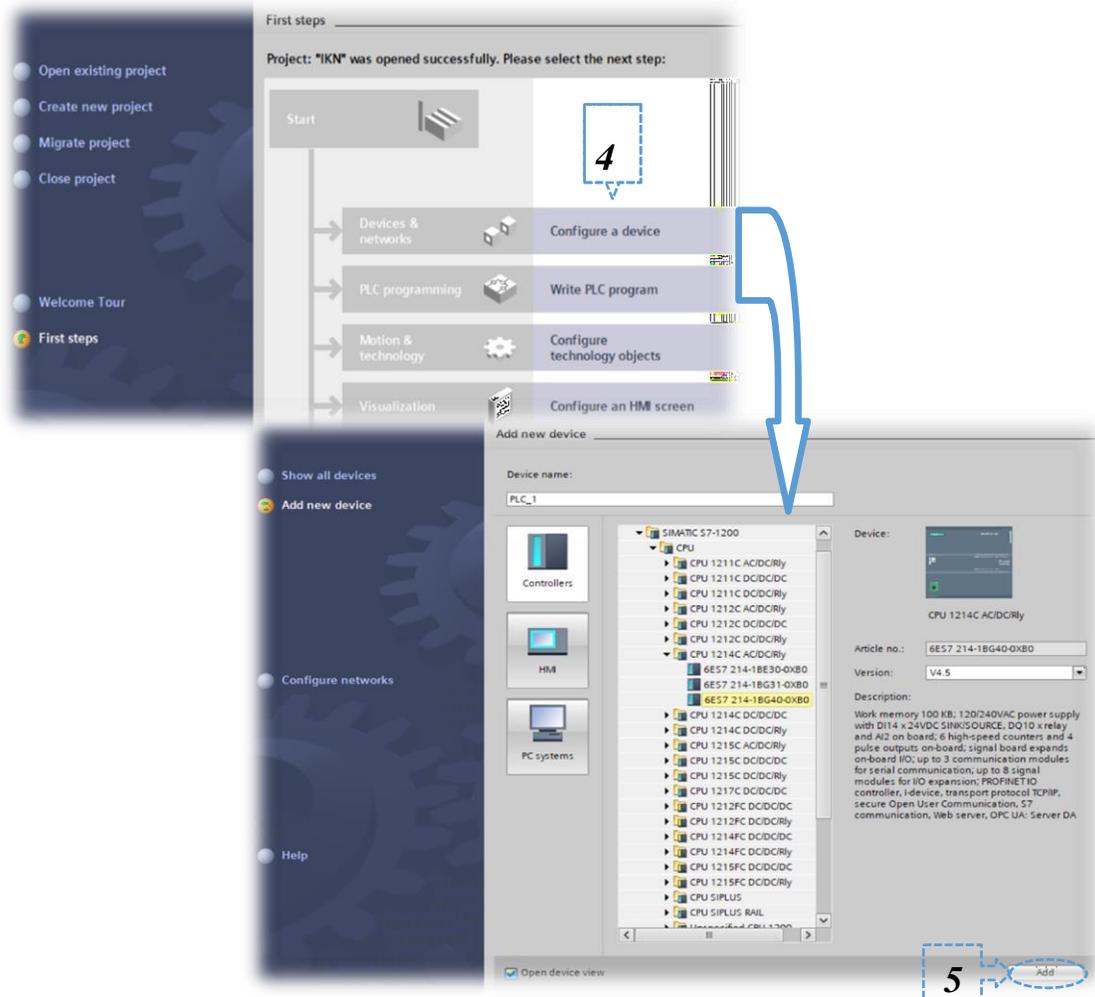


Figure B. 3: configurer et ajouter un appareil sur TIA Portal.

## Annexe B

Les modules complémentaires de l'API peuvent être ajoutés en utilisant le catalogue. Si l'on veut ajouter un écran ou un autre API, il faut repasser par la commande « ajouter un appareil » dans le navigateur du projet.

Lorsque l'on sélectionne un élément à insérer dans le projet, une description est proposée dans l'onglet information.

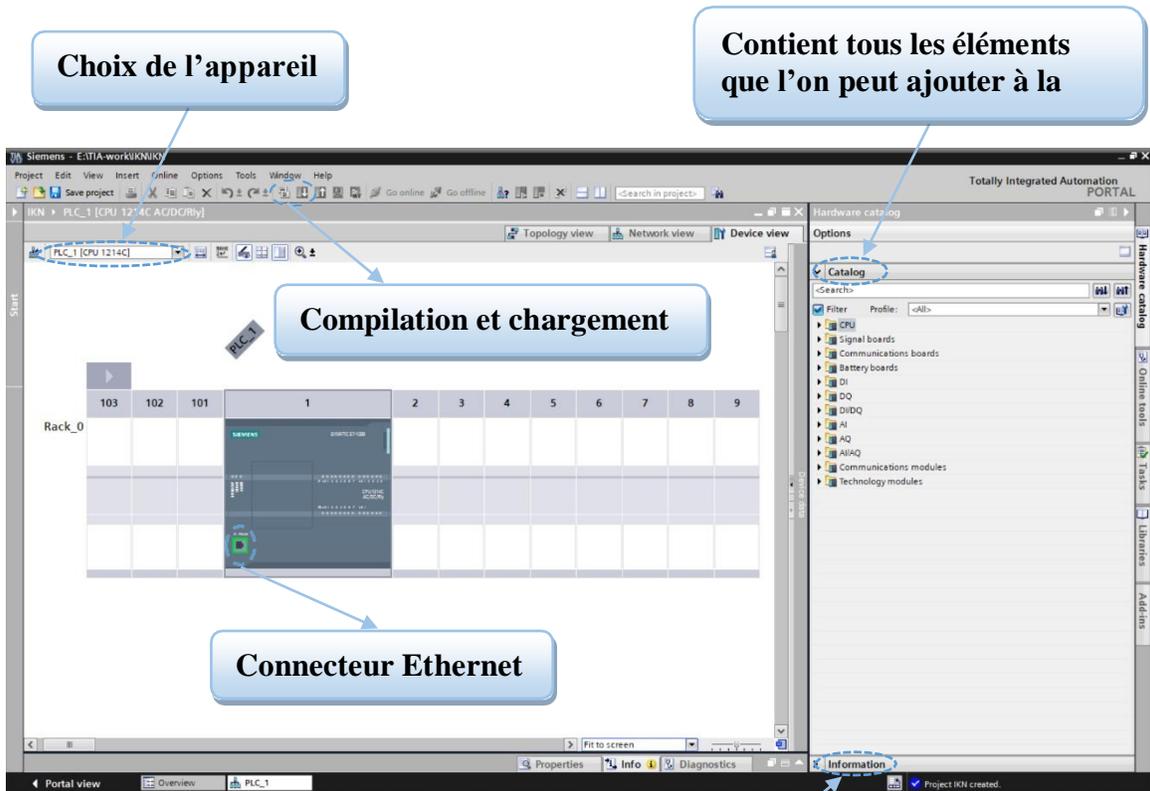


Figure B. 4: Vue de l'interface de TIA Portal.

Une fois la configuration matérielle réalisée, il faut la compiler et la charger dans l'automate.

La compilation se fait à l'aide de l'icône « *compiler* » de la barre de tâche. On sélectionne l'API dans le projet puis cliquer sur l'icône « *compiler* ».

En utilisant cette manière, on effectue une compilation matérielle et logicielle. Une autre solution pour compiler est de faire un clic droit sur l'API dans la fenêtre du projet et de choisir l'option « Compiler à Configuration matérielle ».