

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DU 20 AOUT 1955 SKIKDA

Faculté de Technologie

Département : Pétrochimie



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master.

Filière : Industries Pétrochimiques

Spécialité : Automatisation et Contrôle

Par : Ziad Belbali

Ouiem Gueroui

Thème:

**Implémentation sur DCS (Système de Contrôle Distribué)
d'un nouveau système d'étanchéité du compresseur 100-
TK-51**

Soutenu publiquement le : 09 / 07 / 2023 devant le jury composé de :

Président Dr. Hassina METATLA U-Skikda

Rapporteur Dr. Rabah AMIDI U-Skikda

Examineur Dr. Ghania HARZALLAH U-Skikda

Promotion : 2022/2023

DEDICACES

Nous avons l'immense honneur de dédier ce travail nos parents les plus chères au monde merci pour vos encouragements, conseil et amour. Pour tous leurs sacrifices, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de nos études.

A nos chères sœurs pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral.

A tous nos familles pour leur soutien tout au long de parcours académique et universitaire.

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infallible.

Merci d'être toujours là.

Au monsieur l'encadreur Amidi Rabah.

Et tous les enseignants de département de la Pétrochimie.

Remerciements

Avant tous, nous tenons à remercier le bon DIEU pour nous avoir aidé et donné la force, la sante, la volonté et la patience pour accomplir ce modeste travail.

*Nous tenons à exprimer notre gratitude à notre promoteur **Dr. Rabah AMIDI** pour avoir dirigé ce mémoire. Nous le remercions pour la qualité de son encadrement, qualités professionnelles et surtout pour sa qualité humaine.*

*Nous tenons également à confirmer le soutien et l'assistance que nous a apportés **Mr. BAHAZ Saïd** lors de notre stage au Centre de Formation de Hassi Messaoud.*

Nous tenons aussi à exprimer nos vifs remerciements à tous les professeurs de département de la Pétrochimie qui nous ont aidés tout au long de notre cursus universitaire.

*Un merci spécial au **Dr. DERDOUR Fatima Zohra** pour son aide, sa relecture, sa correction et son attention bienveillante dans ce travail.*

Nos derniers remerciements vont à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour l'aboutissement de ce projet de fin d'études.

ملخص:

في قطاع النفط والغاز، يعد خفض تكاليف التشغيل والصيانة خلال دورة حياة المعدات مسألة رئيسية. على رأس هذه المعدات الاستراتيجية توجد الضواغط. يجب أن تتمتع الأخيرة بكفاءة عالية وموثوقية عالية ونطاق تشغيل أوسع لتحمل تباينات الأحمال الكبيرة.

من ناحية أخرى، فإن ضواغط الطرد المركزي حساسة للغاية للتغيرات في ظروف التشغيل، ولديها نطاق تشغيلي محدود وإذا تم تجاوزها يمكن أن تتلف.

يعد العزل في الضواغط أحد أهم معايير الحفاظ عليها.

الهدف من هذه الأطروحة هو إدماج في نظام DCS Yokogawa Centum VP نظام عزل جديد بالغاز الجاف (النيتروجين) والذي يضمن إحكام العزل في الضاغط TK-51-100 ويساهم في الحفاظ على الختم الميكانيكي.

كلمات مفتاحية:

الضواغط ، ضواغط الطرد المركزي ، DCS Yokogawa Centum VP ، الختم الميكانيكي.

Abstract:

In the oil and gas industry, reducing operating and maintenance costs over the life cycle of equipment is a key issue. At the head of this strategic equipment are compressors.

Compressors are required to have high efficiency, reliability and a wide operating range to withstand significant load variations.

Centrifugal compressors, on the other hand, are highly sensitive to variations in operating conditions, have a limited operating range and, if exceeded, can be damaged.

The tightness of compressors is one of the most important criteria for their preservation.

The aim of this dissertation is to implement a new dry gas (nitrogen) sealing system on the DCS Yokogawa Centum VP, which ensures the tightness of the 100-TK-51 compressor and contributes to the preservation of its mechanical seal.

Keywords:

Compressor, Centrifugal compressor, Sealing, DCS Yokogawa Centum VP.

Résumé :

Dans le secteur pétrolier et gazier, La réduction de coûts d'exploitation et de maintenance durant le cycle de vie d'un équipement est une question primordiale. A la tête de ces équipements stratégiques on retrouve les compresseurs. Ces derniers sont tenus d'avoir un

rendement élevé, une grande fiabilité et une plage de fonctionnement plus large pour supporter des variations de charge importantes.

Par contre, les compresseurs centrifuges sont très sensibles aux variations des conditions de fonctionnement, ils ont une plage opérationnelle limitée et en cas de dépassement peuvent être endommagé.

L'étanchéité des compresseurs est l'un des critères les plus importants pour leurs préservations.

L'objectif de ce mémoire est l'implémentation sur DCS Yokogawa Centum VP d'un nouveau système d'étanchéité à gaz sec (l'azote) qui assure l'étanchéité du compresseur 100-TK-51 et contribue à la préservation de sa garniture mécanique.

Mots-clés :

Compresseur, Compresseur centrifuge, L'étanchéité, DCS Yokogawa Centum VP.

Sommaire

Table des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale

Chapitre I : Présentation du complexe RA1K

I.1. Introduction	01
I.2. Présentation de la raffinerie de Skikda.....	01
I.3. Construction	02
I.4. Structure hiérarchique de la raffinerie.....	04
I.5. Présentation des unités de production	06
I.6. Description du procédé.....	07
I.6.1. Les unités 10 & 11 de distillation atmosphérique (TOPPING)	07
I.6.2. Les unités 100, 101 & 103 unités magnaforming et platforming.....	09
I.6.3. Les unités 700,701/702,703 d'hydrotraitement et isomérisation du NAPHTA.....	09
I.6.4. Unité 200 d'extraction des aromatiques	09
I.6.5. Unité 70 de bitume	09
I.7. Présentation de l'unité 100	09
I.7.1. Section d'hydrotraitement du Naphta	10
I.7.2. Section de réaction	10
I.7.3. Section de fractionnement.....	11
I.7.4. Section de splitter des plateformats.....	11
I.8. Présentation du compresseur 100-TK-51	11
I.9. Conclusion.....	12

Chapitre II : Les compresseurs dans l'industries

II.1. Introduction.....	13
II.2. Généralités	13
II.2.1. Compresseur Dynamique – Centrifuge.....	14
II.2.2. Compresseur Dynamique – Axial.....	14

II.2.3. Compresseur reciprocating	15
II.3. Les turbocompresseurs.....	16
II.4. But de la compression.....	16
II.5. Classification des compresseurs	16
II.5.1. Compresseurs volumétriques	17
a. Compresseurs à piston	17
b. Compresseurs rotatifs volumétriques	17
II.5.2. Les turbocompresseurs	18
a. Compresseurs centrifuges	18
b. Compresseurs axiaux.....	18
II.6. Description générale du compresseur centrifuge	19
II.7. Les types de compresseurs centrifuges	20
II.7.1. Compresseurs avec corps ouverts horizontalement (Split).....	20
II.7.2. Compresseurs avec corps ouverts verticalement (barrel)	21
II.8. Comparaison entre les différents types des compresseurs.....	22
II.9. Les systèmes d'étanchéités des compresseurs	23
II.9.1. Systèmes d'étanchéité aux gaz secs.....	23
II.9.1.1. Application de l'étanchéité aux gaz secs	24
II.9.1.2. Principe de l'étanchéité aux gaz secs.....	25
II.9.1.3. Gaz d'étanchéité.....	26
II.9.1.4. Joints à labyrinthe	26
II.9.1.5. Equilibrage de la pression.....	27
II.9.1.6. Gaz primaire.....	28
II.9.1.7. Gaz secondaire	28
II.9.1.8. Gaz de séparation.....	28
II.9.1.9. Schéma de contrôle typique pour l'étanchéité au gaz sec.....	29
II.9.2. Etanchéités à labyrinthe (internes).....	29
II.10. Conclusion	30

Chapitre III : Le système DCS yokogawa centum VP

III.1. Introduction	31
III.2. Définition du DCS	31
III.3. Les avantages du DCS	31
III.4. Architecture du DCS	32
III.5. Différents systèmes DCS	33
III.6. Evolution des systèmes de commande YOKOGAWA	34
III.7. L'architecture du DCS Yokogawa centum VP	35
III.7.1. Station de contrôle de terrain (Field Control Station (FCS))	36
a. Unité de contrôle de terrain (Field Control Unit (FCU))	38
b. Unité de nœud (Node Unit (NU))	39
c. ESB Bus ET ER Bus	39
d. Modules d'entrée/sortie	40
III.7.2. Réseau de contrôle de processus en temps réel – Vnet/IP	40
III.7.3. Station d'Interface Homme-Machine (Human Interface Station (HIS))	42
a. Capacité opérationnelle (Operation Capability)	43
b. Service des terminaux (Terminal Service)	43
c. Poste de travail d'ingénierie – ENG (Engineering Work Station – ENG)	43
d. Fonction de test (Test Function)	44
III.8. Les différents blocs fonctionnels	44
III.8.1. Bloc PVI (Process Value Input)	45
III.8.2. Bloc PID (Proportional, Integral, Derive)	45
III.8.3. Bloc ST16 (table de séquence)	45
III.8.4. Blocs de schéma logique (LC16, LC64)	45
III.8.5. Bloc calcul	45
III.8.6. Bloc de chargement manuel (MLD)	45
III.8.7. Bloc de simulation (LAG)	45
III.9. Conclusion	47

Chapitre IV : Implémentation du nouveau système d'étanchéité sur DCS

IV.1. Introduction	48
IV.2. Le nouveau système d'étanchéité du compresseur 100-TK-51	49
IV.3. Implémentation (Application)	50
IV.3.1. Utilisation du logiciel Yokogawa Centum VP	53
IV.3.2. Composantes d'une application Yokogawa Centum VP	53
IV.3.3. Création d'un nouveau projet sur Yokogawa Centum VP	53
IV.4. Conclusion.....	62
V. Conclusion Générale.....	63

Table des abréviations

BMS	Boiler Management System
BTX	Benzen toleane xylene
CPU	Central Processing Unit
CTE	Centrale thermique Electrique
DCS	Distributed Control System
DGS	Les joints à gaz secs
ESB	Extended Serial Backboard bus
ESD	Emergency Shut Down
ER	Enhanced Remote bus
EWS	Engineering Work Station
FCS	Field Control System
FCU	Field Control Unit
GPL	Gaz de pétrole liquéfié
HIS	Human Interface Station
HKU	House Keeping Unit
IOM	Input Output Module
MV	Manipulated variable
Melex	Mélange et Expédition
MLD	Manuel Loader
NU	Node Unit
PID	Propotionnel ,Integral ,Derive
PLC	Programmable Logic Controller
PVI	Process Value Input
PRM	Plant Resource Manager
RA1K	Raffinerie de Skikda
SCADA	Supervisory control and data Acquisition
SNCC	Système numérique de contrôle - commande
SI	Switch Input
SIO	Switch Input Output
SV	Set Value
TCP/IP	Transmission Control Protocol /InternetProtocol
V-NET	Bus de contrôle en temp réel

Liste des figures

Chapitre I : Présentation du complexe RA1K

Figure I.1 Plan de masse de la zone industrielle de Skikda.....	02
Figure I.2 Situation géographique de la raffinerie RA1/K de Skikda	02
Figure I.3 Organigramme de la raffinerie de Skikda-RA1K.....	04
Figure I.4 Organigramme de la sous direction de production	04
Figure I.5 Organigramme de le département de production (P1).....	05
Figure I.6 Organigramme de l'unité 100.....	05
Figure I.7 Les différentes unités du complexe RA1K	06
Figure I.8 Colonne de distillation atmosphérique	08
Figure I.9 Photo réelle des fours.....	08

Chapitre II : Les compresseurs dans l'industries

Figure II.1 Principaux types de compresseurs	13
Figure II.2 Compresseur centrifuge	14
Figure II.3 Compresseur axial.....	14
Figure II.4 Compresseur reciprocating.....	15
Figure II.5 Compresseur à piston (Alternatif).....	17
Figure II.6 Fonctionnement du compresseur à anneau liquide	18
Figure II.7 Classification des compresseurs.....	19
Figure II.8 Le Compresseur Centrifuge	19
Figure II.9 Schéma coupe du Compresseur Centrifuge	20
Figure II.10 Le Compresseur Centrifuge type Split.....	21
Figure II.11 Le Compresseur Centrifuge type Barrel	21
Figure II.12 Le Compresseur Centrifuge type Barrel-2	22
Figure II.13 Type de compresseur en fonction du débit et de la pression.....	23
Figure II.14 La garniture mécanique qui assure l'étanchéité du compresseur.....	24
Figure II.15 Rainures creusées de l'anneau rotatif.....	25
Figure II.16 Le système d'étanchéité en tandem.....	26

Figure II.17 Joint à labyrinthe	27
Figure II.18 Système d'équilibrage de la pression	27
Figure II.19 Système d'étanchéité à gaz sec	28
Figure II.20 Schéma de contrôle typique pour l'étanchéité au gaz sec	29
Figure II.21 Joints à labyrinthe	30
Figure II.15 Etanchéité mécanique à gaz sec et étanchéité tertiaire.....	
Chapitre III : Le système DCS yokogawa centum VP	
Figure III.1 Architecture général de DCS	33
Figure III.2 L'évolution des systèmes YOKOGAWA.....	35
Figure III.3 Architecture typique de Centum VP.....	36
Figure III.4 Station de contrôle sur le terrain (FCS)	37
Figure III.5 Parties de la station de contrôle sur le terrain (FCS)	38
Figure III.6 Parties de l'unité de contrôle sur le terrain (FCU)	38
Figure III.7 L'unité de nœud (Node Unit).....	39
Figure III.8 Méthode de connexion du bus optique ESB.....	40
Figure III.9 Exemple de carte Vnet/IP (Modèle : VI702)	41
Figure III.10 Exemple de système Centum VP avec deux domaines	41
Figure III.11 Station d'interface humaine (HIS)	42
Figure III.12 Démarrage de la fonction de test	44
Chapitre IV : Implémentation du nouveau système d'étanchéité sur DCS	
Figure IV.1 La garniture mécanique qui assure l'étanchéité du compresseur	48
Figure IV.2 Schéma P&ID du nouveau système d'étanchéité	49
Figure IV.3 Schémas des boucles.....	50
Figure IV.4 Les diagrammes logiques.....	52
Figure IV.5 Création d'un nouveau projet (Etape1).....	53
Figure IV.6 Création d'un nouveau projet (Etape2).....	54
Figure IV.7 Création d'un nouveau projet (Etape3).....	54
Figure IV.8 Création d'une FCS (Etape1)	55
Figure IV.9 Création d'une FCS (Etape2).....	55

Figure IV.10 Création d'une HIS	55
Figure IV.11 Création d'une carte d'entrée analogique	56
Figure IV.12 Création d'une carte de sortie analogique.....	56
Figure IV.13 Création d'une carte d'entrée logique.....	57
Figure IV.14 Création d'une carte de sortie logique	57
Figure IV.15 Création du bloc PVI	57
Figure IV.16 Configuration du bloc PID.....	58
Figure IV.17 Création d'un bloc logique chart LC64	58
Figure IV.18 Configuration de LC64	59
Figure IV.19 Fenêtre d'édition d'une table de séquence ST16	59
Figure IV.20 Création d'un bloc de calcul (Etape1)	60
Figure IV.21 Création d'un bloc de calcul (Etape2)	60
Figure IV.22 Création d'un bloc de calcul (Etape3)	60
Figure IV.23 Acquisitions des données.....	61
Figure IV.24 L'interface principale de notre simulation.....	61
Figure IV.25 La simulation finale du système (Etape1).....	62
Figure IV.26 La simulation finale du système (Etape2).....	62

Liste des tableaux

Chapitre I : Présentation du complexe RAIK

Tableau I.1 Capacité des principales unités après Réhabilitation

Chapitre II Les compresseurs dans l'industries

Tableau II.1 Comparaison entre les différents types de compresseurs

Chapitre III : Le système DCS yokogawa centum VP

Tableau III.1 Les équipements DCS.....

Tableau III.2 Spécifications Vnet / IP

Tableau III.3 Quelques fonctions blocs

Chapitre IV : Implémentation du nouveau système d'étanchéité sur DCS

Tableau IV.1 Liste des entrées analogiques

Tableau IV.2 Liste des entrées digitales.....

Tableau IV.3 Liste des sorties digitales

Introduction Générale

Introduction Générale

Le principal rôle de la raffinerie est non seulement de séparer les différentes coupes pétrolières mais aussi d'améliorer la qualité des essences, ceci consiste à augmenter l'indice d'octane. Cet objectif nécessite divers types de traitements et par conséquent divers équipements. Parmi ces derniers on retrouve les compresseurs.

Les compresseurs sont largement utilisés dans le secteur pétrolier et gazier, ils constituent une partie essentielle du processus dans les sites d'exploitation. La réduction de leurs coûts d'exploitation durant leur cycle de vie est une question essentielle pour ces compresseurs qui sont tenus d'avoir un rendement élevé, une grande fiabilité et une plage de fonctionnement plus large pour supporter des variations de charge.

Les compresseurs centrifuges sont des équipements coûteux et consommateurs d'énergie. Le potentiel, le capital et les économies opérationnelles seront meilleurs, si la conception et le fonctionnement sont traités d'une manière compétente. En outre, les compresseurs centrifuges sont très sensibles aux variations des conditions de fonctionnement, ils ont une gamme opérationnelle limitée et en cas de dépassement le compresseur peut être endommagé.

L'étanchéité des compresseurs est l'un des critères les plus importants pour leurs préservations, et est souvent assurée par l'intermédiaire d'un gaz inerte. Afin d'assurer une isolation totale entre le gaz à comprimer et le corps des compresseurs ; les constructeurs conçoivent des étanchéités avec gaz inerte dont la pression est identique à celle du gaz à comprimer.

L'objectif de ce mémoire est l'implémentation sur DCS d'un nouveau système à base d'azote qui assure l'étanchéité du compresseur 100-TK-51 et contribue à la préservation de sa garniture mécanique. Ce mémoire est organisé comme suit :

Dans le premier chapitre on commence par une brève présentation du complexe de raffinage de de Skikda et spécialement l'unité de prétraitement et de reforming catalytique (Magnaforming) U100 ou est installé le compresseur centrifuge sujet de notre étude le TK-51.

Le deuxième chapitre est consacré au compresseurs dans l'industrie et à leurs buts, leurs classifications, les compresseurs centrifuge et leurs systèmes d'étanchéités.

Dans le troisième chapitre on présente le système DCS de YOKOGAWA CENTUM VP, son architecture et ses différents blocs fonctionnels.

Le dernier chapitre de ce mémoire contient le côté pratique, il consiste à présenter notre étude puis l'implémentation sur DCS YOKOGAWA CENTUM VP.

Nous terminerons par une conclusion générale qui résumera notre travail.

Chapitre I

Présentation du complexe RA1K

I.1. Introduction

Le complexe de la raffinerie de pétrole de Skikda, baptisé RA1K est un important complexe en Algérie, conçue pour :

- Raffiner le pétrole brut provenant de Hassi Messaoud.
- Traiter le naphta pour produire des essences et des aromatiques.
- Traiter le brut réduit pour produire des bitumes routiers et oxydés.

Et dont les objectifs sont :

- Promouvoir, développer, gérer et organiser l'industrie du raffinage des hydrocarbures et dérivés.
- Assurer l'approvisionnement et la régulation du marché national.
- Participer à la promotion de l'exportation des produits pétroliers raffinés.

Le contenu de ce chapitre s'articule autour d'une présentation de la raffinerie de Skikda et les différentes unités de ce complexe [1].

I.2. La raffinerie de Skikda

Le complexe de raffinage de pétrole de SKIKDA a pour mission de transformer le pétrole brut provenant de Hassi Messaoud avec une capacité de traitement (16,5 millions t/an), ainsi que le brut réduit importé (277.000 t/an).

Cette raffinerie est située dans la zone industrielle a 7 km à l'est de Skikda et a 2 km de la mer, elle est aménagée sur une superficie de 256 hectares avec un effectif à l'heure actuelle de plus de 16.000 travailleurs.

Le transport du pétrole brut est réalisé à l'aide d'un pipe-line a une distance de 760km des champs pétroliers jusqu'au complexe [1].

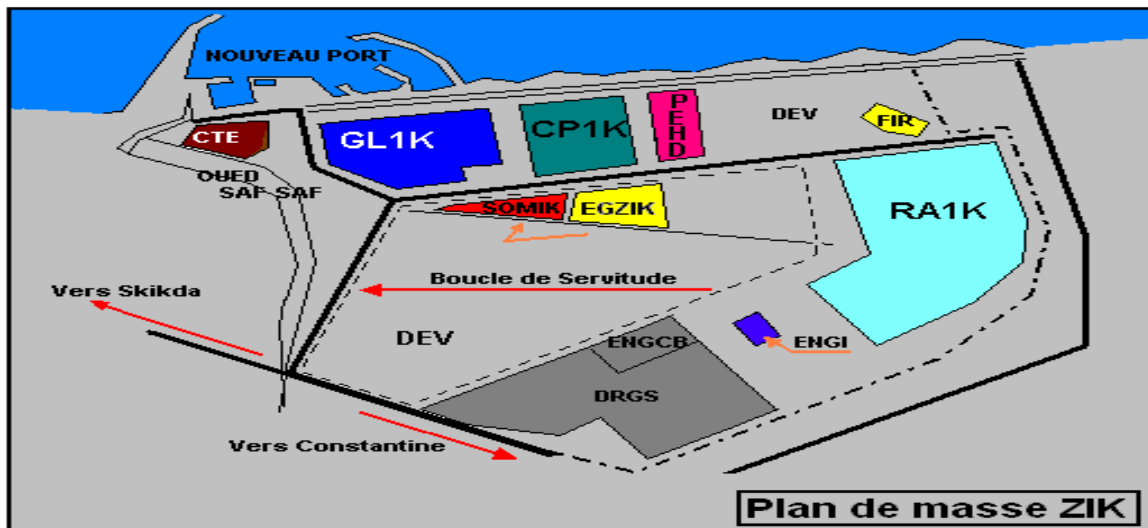


Figure I.1 Plan de masse de la zone industrielle de Skikda

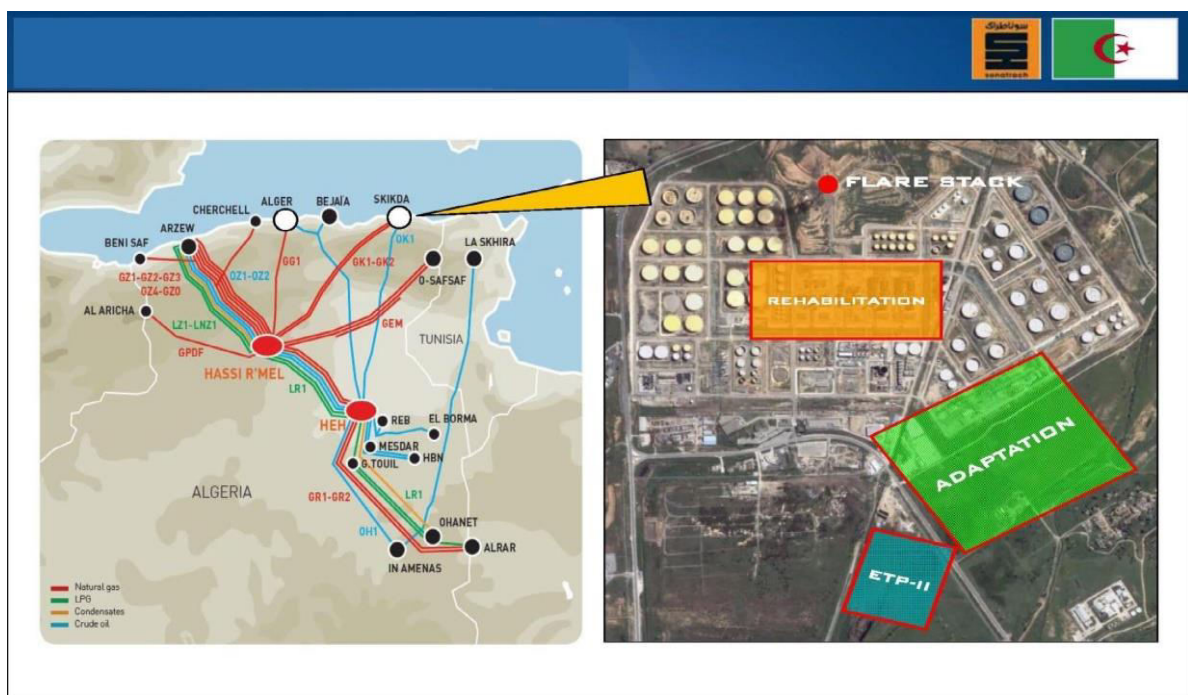


Figure I.2 Situation géographique de la raffinerie RA1/K de Skikda

I.3. Construction

Le démarrage de la construction de la raffinerie de Skikda été en Janvier 1976 à la suited'un contrat signé le 03 Avril 1974 entre le gouvernement Algérien et le constructeur Italien SNAMPROGETTI et SAIPEM, la mise en vigueur du contrat a été effectuée un an après : le 11 Mars 1975; assisté par la sous-traitance de trois (03) principales sociétésnationales à savoir

SONATRO pour le traçage des routes et SONATIBA pour la construction des immeubles et de la tour de refroidissement, ainsi que la SN'METAL pour la construction des réservoirs.

Le démarrage du chantier a commencé le 02 Janvier 1976, pris fin Mars 1980 ; Le coût total de cette réalisation étant de 3.402.872.000 DZD.

Il faut noter qu'il y a deux (02) unités, construites par la société japonaise J.G.C Corporation.

Ces deux unités sont :

- L'unité de prétraitement et de reforming catalytique -II- (PLATEFORMING U101/103).
- L'unité de traitement et séparation des gaz (U-104).

Ces deux unités ont démarré en Octobre 1993 ; ainsi que d'autres utilités. Le coût total de cette réalisation étant de 3.600.000.000 DZD.

A partir de l'année 2009 jusqu' (2013) ; le constructeur sud-coréen SAMSUNG ENGINEERING commença un Projet de Réhabilitations et Adaptation des unités de la raffinerie de Skikda, le projet inclut les unités suivantes :

- Rénovation de l'Unité 100 (Unité de Magnaforming) au moyen des modifications des équipements existants et du rétablissement de la capacité originale de désigne.
- Nouveau système de fractionnement des produits des Plateformats (Partie de l'Unité 100).
- Rénovation de l'Unité 200 existante (Unité de récupération des aromatiques) pour maximiser la production du Benzène de la charge d'alimentation des magnaformats et des Plateformats.
- Nouvelle unité de récupération du Paraxylène (Unité 400) pour maximiser la production du Paraxylène de la charge d'alimentation provenant des produits des magnaformats et des Plateformats.
- Remise à niveau de l'unité de reforming catalytique (Reforming I) et reconfiguration de la chaîne de production des aromatiques par le revamping de l'unité de récupération du Benzène et du Toluène et la construction d'une unité de cristallisation du Paraxylène et d'une unité d'isomérisation des Xylènes [1].

I.4. Structure hiérarchique de la raffinerie

La structure hiérarchique de la gestion de la raffinerie de Skikda est comme le montre l'organigramme suivant [2]:

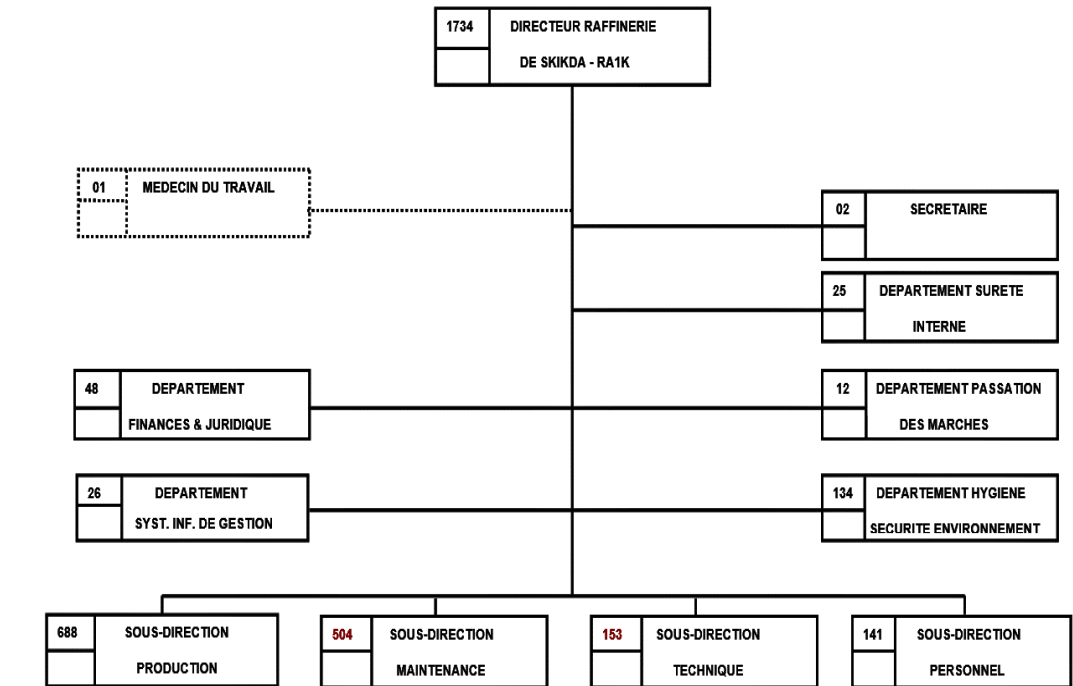


Figure I.3 Organigramme de la raffinerie de Skikda-RA1K

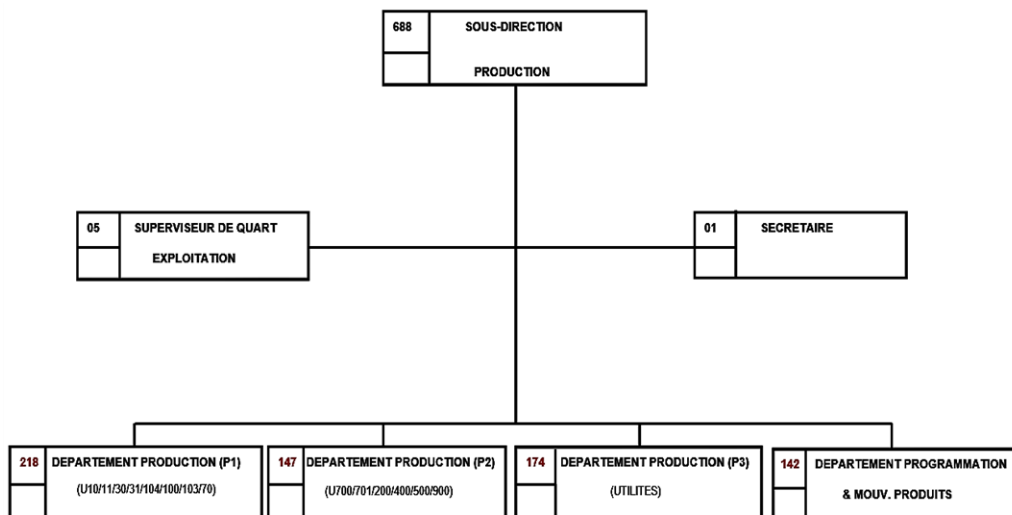


Figure I.4 Organigramme de la sous direction de production

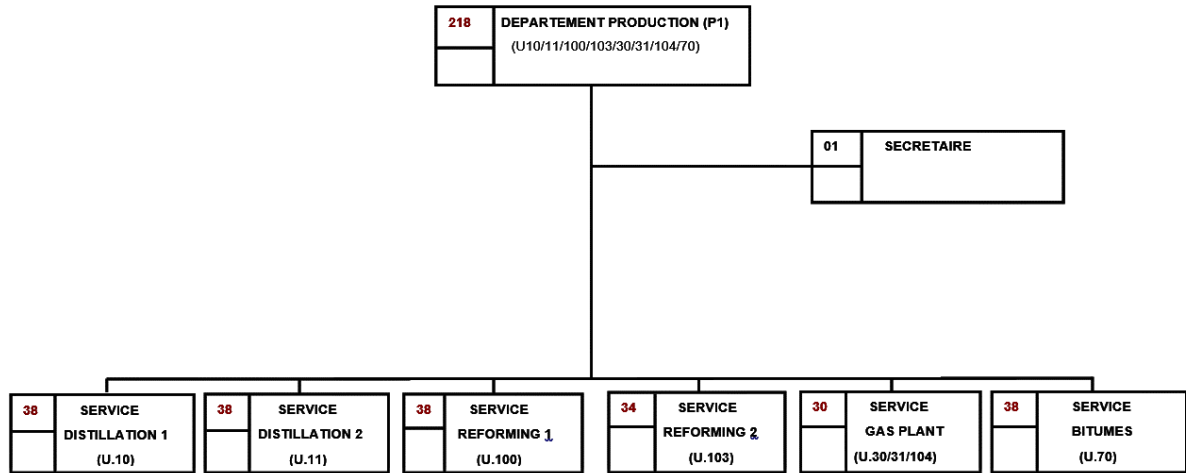


Figure I.5 Organigramme de le département de production (P1)

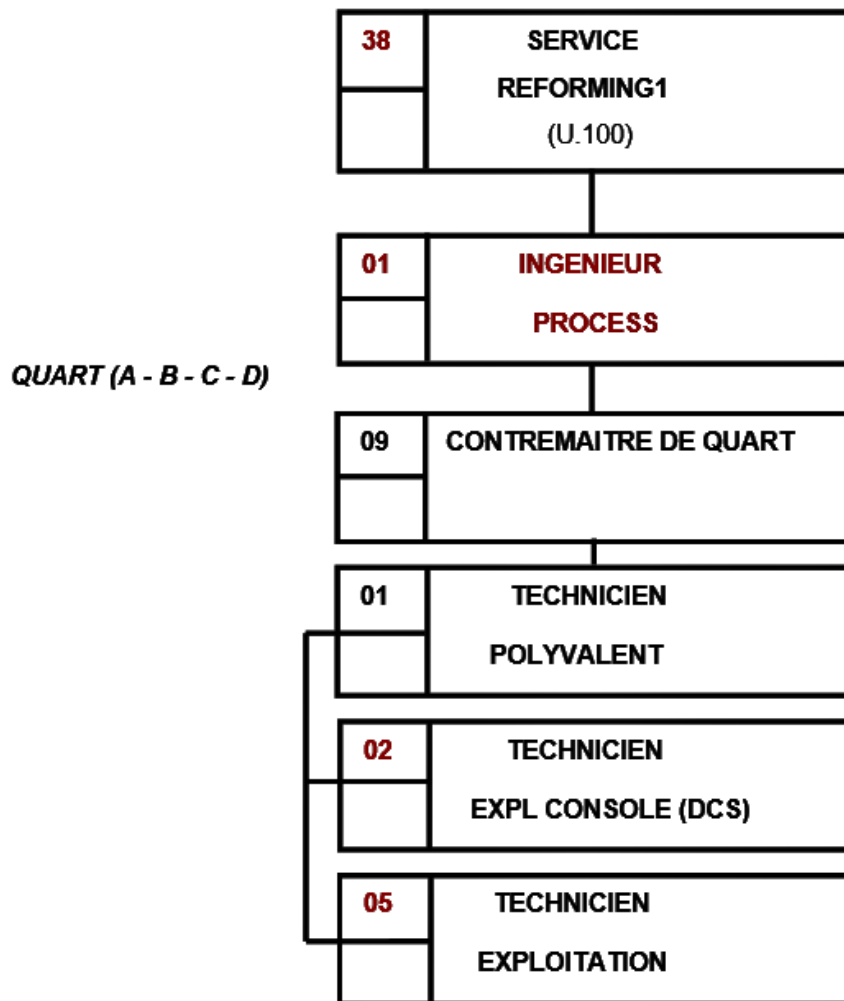


Figure I.6 Organigramme de l'unité 100

I.5. Présentation des unités de production

La raffinerie est divisée en différentes unités de production comme indiquée ci-dessous :

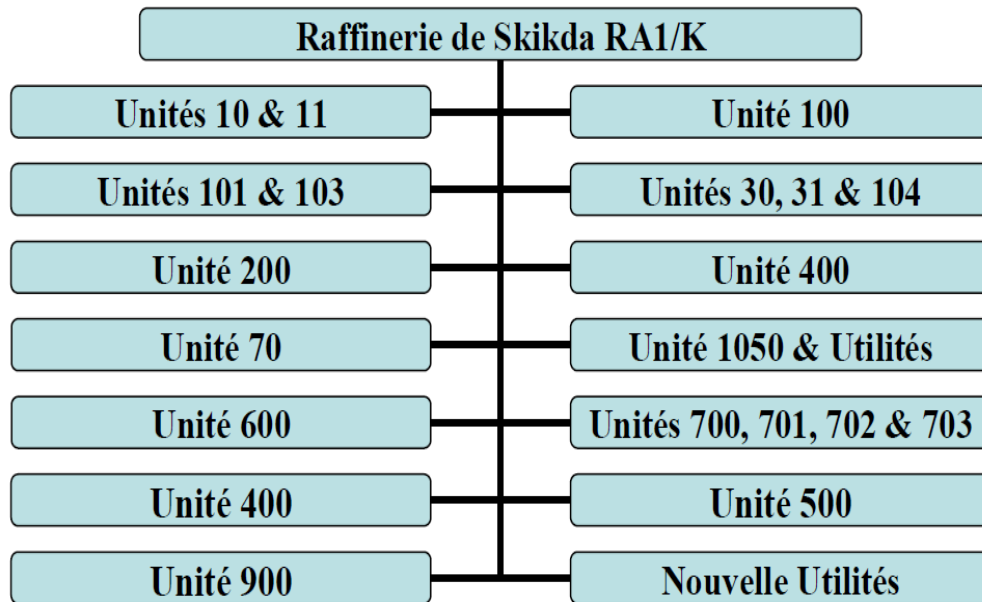


Figure I.7 Les différentes unités du complexe RA1K

- Unités 10 et 11 de distillation atmosphérique (Topping).
- Unité 100 de prétraitement et de reforming catalytique (Magnaforming).
- Unités 101 et 103 de prétraitement et de reforming catalytique (Platforming).
- Unités 30, 31 & 104 de traitement et séparation des gaz (GPL).
- Unité 200 d'extraction des aromatiques BTX.
- Unité 400 de cristallisation et séparation du paraxylène.
- Unité 500 d'isomérisation du xylène.
- Unité 70 de distillation sous vide (Bitume).
- Unité 1050 centrale thermique électrique (CTE).
- Unité 600 de stockage, mélange et expédition (Melex).
- Unités 700, 701, 702 et 703 d'hydrotraitement et isomérisation du NAPHTA.
- Unité 900 de purification d'hydrogène [1].

Tableau I.1 Capacité des principales unités après Réhabilitation

n°	Unités de production	Capacité actuelle TPA	Capacité future TPA
1	U. distillation n°I (U10)	7 500 000	8 291 000
2	U. distillation n°II (U11)	7 500 000	8 291 000
3	Gas Plant – I (U30)	306 500	331 500
4	Gas Plant – II (U31)	283 000	331 500
5	Gas Plant – III (U104)	96 000	Revamping Instrument
6	Unité de Prétraitement Naphta (U100)	1 165 000	Revamping Instrument
7	Magnaforming (U100)	1 165 000	1 174 600
8	Splitter du Platformat (U100)	-	989 950
9	Reforming II (U101 & U103)	1 165 000	Revamping Instrument
10	Unité de récupération des aromatiques (U200)	285 000	627 100
11	Unité de cristallisation du paraxylène (U400)	430 000	1 782 800
12	Unité d'isomérisation des xylènes (U500)	-	1 380 400
13	Unité de distillation sous vide (U70)	270 000	Revamping Instrument
14	Unité de bitumes oxydés (U70)	25 000	Revamping Instrument

I.6. Description du procédé

I.6.1. Les unités 10 & 11 de distillation atmosphérique (TOPPING)

Cette unité est la base de toute raffinerie. La charge de l'unité est le Pétrole Brut qu'il soit local ou importé. Dans notre cas, le design de la Réhabilitation a été effectué en considérant le pétrole de Hassi Messaoud. L'objectif de cette unité Topping est de séparer le pétrole brut en différentes fractions comme indiquées ci- dessous :

- Gaz combustible.
- GPL.
- Coupe C6.
- Naphta A.
- Naphta B.
- Naphta C.
- Kérosène.
- Gas-oil Léger (LGO).
- Gas-oil lourd (HGO).
- Résidu atmosphérique.



Figure I.8 Colonne de distillation atmosphérique



Figure I.9 Fours Industrielle

I.6.2. Les unités 100, 101 & 103 (unités magnaforming et platforming)

Le magnaforming et le platforming ont pour but de transformer la naphtha moyenne et lourde obtenue du topping. Cette transformation a pour conséquence une augmentation de l'indice d'octane de 45 à 99 permettant ainsi d'utiliser le reformat obtenu pour la fabrication d'essences.

I.6.3. Les unités 700, 701/ 702, 703 d'hydrotraitement et isomérisation du NAPHTA

Le procédé d'isomérisation consiste à transformer les molécules paraffine (chaîne linéaire d'hydrocarbures) en molécules iso-paraffine (chaîne linéaire ramifiées).

La charge utilisée est paraffinée légères (C5 et C6) pour l'isomérisation et augmenter son indice d'octane en présence d'un catalyseur bi-fonctionnel (acide et métallique).

I.6.4. Unité 200 d'extraction des aromatiques

L'installation d'extraction des aromatiques a été projetée pour extraire de l'essence réformée des aromatiques qui seront fractionnées par la suite en benzène et toluène très purs. La charge est constituée par la coupe de réformât léger provenant directement ou à travers un réservoir de la colonne C5 splitter du réformât de l'unité 100.

I.6.5. Unité 70 de bitume

Cette unité est conçue pour la production des bitumes routiers et oxydés à partir de brut réduit importé. L'unité 70 se compose principalement d'une colonne de distillation sous vide et d'un réacteur d'oxydation des bitumes. Le produit de fond de colonne est le bitume routier ordinaire qui est envoyé ;

— Une partie vers le stockage.

— L'autre partie comme charge à la section d'oxydation ou elle sera oxydée au moyen de l'air en bitume oxydé [3].

I.7. Présentation de l'unité 100

L'unité 100 appelé auparavant Magnaforming, elle utilisait un catalyseur à base de magnésium. Actuellement et après revamping l'unité a le même type de catalyseur à base de platine (platforming), l'unité a pour but de transformer la Naphtha moyenne obtenue du Topping (réformât) utilisé comme charge pour les unités d'aromatiques (unité 200 et 400). Cette transformation a pour conséquence une augmentation de l'indice d'octane de 45 à 99 ce qui permet ainsi d'utiliser le réformât obtenu pour la fabrication des essences.

Cette unité Peut être divisée en quatre sections comme suit :

- Section d'hydrotraitement du Naphta
- Section de réaction
- Section de fractionnement
- Section du splitter des plateformats

I.7.1. Section d'hydrotraitement du Naphta

La section d'hydrotraitement du naphta élimine les impuretés des différentes fractions pétrolières (azote, oxygène, soufre, métaux). Les impuretés nuisent au catalyseur de magnaforming et à la qualité des produits en raison de la pollution et de la corrosion. Les effluents du réacteur sont refroidis dans plusieurs échangeurs, puis arrivent au séparateur 100-V-1. Le gaz est aspiré par les compresseurs de recyclage 100-K-2 A/B et l'excès de gaz est envoyé au collecteur de gaz combustible. Le produit liquide préchauffé dans 100-E-2 et 100-E-21 est envoyé au strippeur 100-C-1, dont la chaleur est fournie par le rebouilleur de réchauffeur à combustion 100-F-2. Les fractions légères et l'H₂S sont refroidis dans 100-EA-1 et 100-E-4 avant d'arriver à l'accumulateur de tête 100-V-2. Depuis la tête 100-V-2, H₂S et les vapeurs sont évacués avec le gaz combustible, et le liquide condensé est pompé par 100-P-3 A/B vers 100-C-1 via le contrôle de niveau. Les produits de fond du strippeur sont aspirés par les pompes de charge de magnaforming à la section de magnaforming.

I.7.2. Section de réaction

On utilise un procédé semi-régénératif avec 4 lits de réacteur, où les réacteurs d'avance nécessitent moins de catalyseur et d'hydrogène pour la déshydrogénation du naphta, mais les réacteurs de retard nécessitent une alimentation plus riche en hydrogène pour éviter la cokéfaction. La régulation de la température d'entrée du réacteur a pour objectifs d'augmenter l'indice d'octane. Les pompes 100-MP-56 A/B sont utilisées pour le transfert du naphta de l'unité de traitement. Les filtres 100-X-51 A/B nettoient l'alimentation des pompes de charge pour éviter les blocages des barres de liquide et protéger l'échangeur contre les particules. Ils sont alimentés en liquide et gaz par l'échangeur 100-E-65, après préchauffage dans le réchauffeur 100-F-4, avant d'entrer dans le réacteur 100-R-2. Le 100-R-5 chauffe les gaz des réacteurs 100-R-4 et 100-R-5, puis ses effluents chauffent l'échangeur 100-E-65. Les effluents de Packinox vont à l'aérocondenseur 100-EA-3, aux condenseurs 100-E-12 A/B/C et au séparateur 100-V-5 pour séparer les flux. Les vapeurs vont au compresseur et le liquide au stabilisateur.

I.7.3. Section de fractionnement

La section de post-fractionnement de l'unité de magnaforming (unité 100) reçoit la charge principale du séparateur des produits 100-V-5 de la section de réaction. Elle est également alimentée par les produits liquides de tête du débutaniseur 500-C-52 de l'unité d'isomérisation (unité 500) et les produits liquides de fond du débutaniseur 103-C-31 de l'unité 103 en cas d'arrêt de la section de splitter des plateformats. Elle divise les produits liquides de 100-V-5 en différentes coupes. La coupe C ira à l'unité de récupération d'aromatiques pour récupérer du benzène et du toluène à haute pureté. La coupe C8+ ira à l'unité de récupération de para-xylène pour produire du para-xylène pur. Les coupes GPL, C5 et C7 sont livrées sous forme de produits finaux, tandis que les produits de vapeur 100-C-53 sont purifiés dans la section de post-fractionnement. Le gaz purifié est envoyé à l'unité HPU pour la génération d'hydrogène pur. Il est ensuite acheminé à l'unité NHU pour l'hydrotraitement du naphta.

I.7.4. Section de splitter des plateformats

La section de splitter de l'Unité 100 reçoit la charge principale de l'Unité 103 et traite également une partie des produits de l'Unité 500 via les pompes 500-MP-54 A/B. Le rôle de la colonne est similaire aux sections de post fractionnement 100-C-5 et 100-C-6 dans Magnaforming. Son but est de maximiser les produits aromatiques dans la Raffinerie de Skikda.

La coupe C6 sera traitée à l'Unité 200 pour récupérer le benzène et le toluène purs, tandis que la coupe C8+ ira à l'Unité 400 pour produire du para-xylène pur. Les coupes C5 et C7 sont envoyées comme produits finaux [4].

I.8. Présentation du compresseur 100-TK-51

Le compresseur à gaz de recyclage (100-TK-51) est un compresseur centrifuge à deux étages entraîné par une turbine à vapeur à haute pression. Le gaz comprimé provenant du 1^{er} étage échange sa chaleur avec les effluents du 2^{ème} réacteur après le préchauffage par 100-E-10 A/B et 100-E71 A/B, partie des effluents de réaction du 4^{ème} Réacteur (100-R-5). Le gaz comprimé provenant du 2^{ème} étage rejoint l'alimentation fraîche dans l'Echangeur d'alimentation combinée (100-E-65) et va vers le 1^{er} Réacteur après le réchauffage par le reste des effluents de réaction du 4^{ème} Réacteur (100-R-5). Un Analyseur en ligne d'hydrogène (100-AI-1602) est en général placé sur l'aspiration du Compresseur à gaz de recyclage pour mesurer la pureté d'H₂.

Un Analyseur d'humidité en ligne (100-AI-1601) est placé sur l'aspiration du Compresseur à gaz de recyclage pour mesurer la teneur en eau dans le gaz de recyclage, ce qui est très importante à l'équilibre d'eau-chlorure sur le catalyseur.

Le Compresseur à gaz de recyclage est l'un des plus importantes pièces des équipements dans l'unité de magnaforming. Une température "high-high" du gaz de refoulement du 1er étage du compresseur à gaz de recyclage ou bien le niveau de liquide "high-high" dans le séparateur ; arrêtera le compresseur à gaz de recyclage. La perte du Compresseur à gaz de recyclage produira l'arrêt d'urgence de l'unité entière [4].

I.9. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit le complexe RA1K et ses différents départements et services ainsi que les unités de productions, plus précisément l'unité 100 et nous avons présenté le compresseur 100-TK-51 sujet de notre étude.

Chapitre II

Les compresseurs dans l'industries

II.1. Introduction

Les compresseurs sont des équipements complexes, fragiles et sont très souvent parmi les équipements les plus chers d'une unité. Un compresseur peut être défini de la manière suivante : « Le compresseur est aux gaz ce que la pompe est aux liquides ».

En effet, les compresseurs permettent de véhiculer le gaz dans la tuyauterie mais ils peuvent aussi permettre son stockage dans des réservoirs par liquéfaction réduisant ainsi le volume des réservoirs. Les compresseurs sont des appareils qui transforment l'énergie mécanique fournie par une machine motrice en énergie de pression; (en réalisant un accroissement de pression d'un fluide à l'état gazeux) [5].

II.2. Généralités

Il existe près d'une dizaine de compresseurs différents mais ils peuvent-être classés en deux grandes catégories :

- Les compresseurs volumétriques : qui compressent plutôt un « volume » et par conséquent qui fonctionnent de manière discontinus.
- Les compresseurs de type « continu » : qui fonctionnent de manière continu, sans à coup.

De même, chaque catégorie est divisée en sous-catégorie comme le montre le schéma ci-dessous.

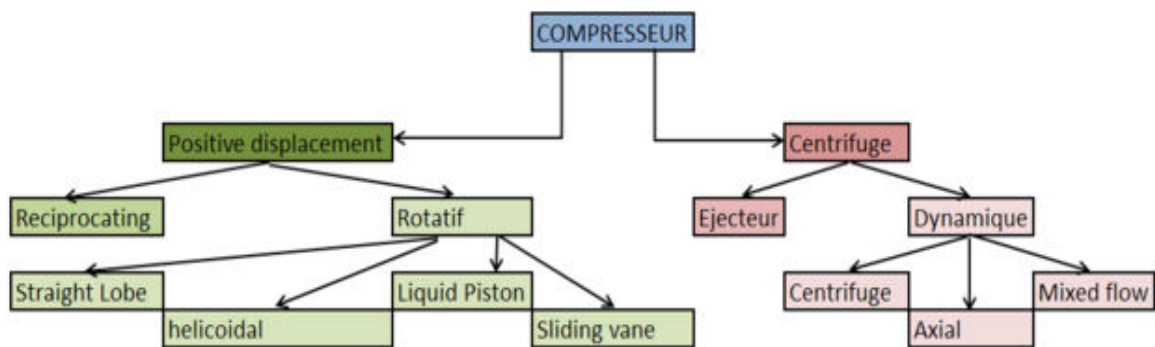


Figure II. 1 Principaux types de compresseurs

Les compresseurs les plus utilisés sont les compresseurs de type dynamique (Centrifuge, Axial) et le compresseur à piston.

II.2.1. Compresseur Dynamique – Centrifuge

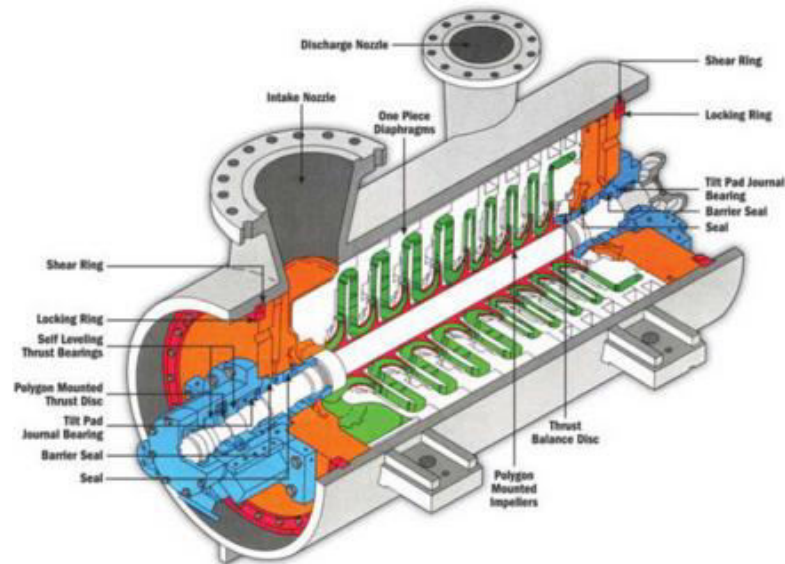


Figure II.2 Compresseur centrifuge

Ce type de compresseur utilise la force centrifuge pour obliger le gaz à passer au travers d'un espace plus petit, entraînant ainsi sa compression. Le gaz arrive perpendiculairement à une roue en rotation. Les aubes de cette roue poussent le gaz à sa périphérie avec la force centrifuge entraînant ainsi sa compression.

Ce type de compresseur est plus compact que les compresseurs axiaux (point suivant) et présente l'avantage de fonctionner de manière continue. Ces compresseurs sont moins fragiles que les compresseurs axiaux.

II.2.2. Compresseur Dynamique – Axial

La figure II.3 présente un compresseur Axial de la société ShaanGu. Les ailettes sont bien visibles de même que le cheminement du gaz.



Figure II.3 Compresseur axial

Ce compresseur dirige le gaz le long de son axe grâce à des ailettes, jusqu'à sa décharge. La plus grande ailette sera l'admission et la plus petite la décharge. L'usinage des ailettes est un gros travail. L'axe doit être parfaitement aligné et solide pour la compression à haute vitesse (5000 à 12000tr/min). Il y a beaucoup de matières spécifiques, comme l'acier traité contre hautes températures. Plusieurs étages de compression peuvent être nécessaires en raison du taux de compression maximal par étage. Ces compresseurs conviennent aux unités fonctionnant en continu, mais le gaz doit être exempt de toute trace de liquide. Une goutte équivaut à une balle entrant dans le compresseur, abîmant les ailettes nécessitant leur remplacement pour que le compresseur fonctionne à nouveau. Ajouter le coût de l'arrêt de production de l'unité est nécessaire. Pour éviter ce risque, placer un ballon séparateur en entrée de compression. Il faut éviter la surpression en sortie pour ne pas atteindre le point de condensation. Pour cela, il est nécessaire d'utiliser un ballon séparateur entre chaque étage. Ces compresseurs peuvent être entraînés par un moteur ou une turbine, souvent couplés ensemble. Les compresseurs ont une forte inertie en raison de leur vitesse de rotation élevée.

II.2.3. Compresseur reciprocating

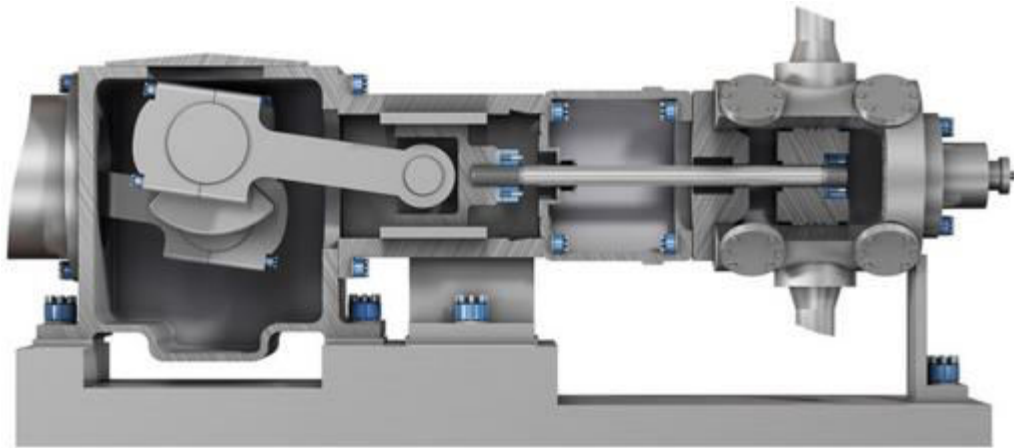


Figure II.4 Compresseur reciprocating

Ce compresseur fonctionne ainsi : un moteur entraîne un bras qui provoque le déplacement en va-et-vient d'un piston dans un cylindre. Le piston comprime le gaz qui sort du compresseur une fois que la pression adéquate est atteinte en calculant la course et le volume du cylindre. Il peut être à deux effets. Poussée du bras : aspiration et compression du gaz. Le bras change de direction et les chambres changent de rôle, compressant les gaz à haute pression. Robuste et efficace. On peut réguler la pression de décharge facilement avec les soupapes. Ce compresseur s'arrête sans inertie contrairement aux continus. Malheureusement, ils prévoient des débits modestes [6].

II.3. Les turbocompresseurs

Les turbocompresseurs sont des machines dans lesquelles, un fluide échange de l'énergie avec des impulseurs munis d'aubes, tournant autour d'un axe.

L'indice principal de ces compresseurs est la continuité de l'écoulement de l'entrée à la sortie. Les aubes ménagent entre elles des canaux par lesquels le fluide s'écoule. Elles sont des obstacles prolongés donnant la direction au fluide qui les traverse.

Les turbocompresseurs peuvent être divisés en plusieurs types à savoir:

- Ventilateurs.
- Soufflantes.
- Compresseurs axiaux et les compresseurs centrifuges.

Les turbocompresseurs sont appliqués dans divers domaines; ils peuvent être utilisés dans l'industrie du gaz, la métallurgie mécanique etc....

Les avantages de ces machines sont qu'elles peuvent être accouplées directement à un moteur électrique ou à une turbine sans mécanisme bielle-manivelle. C'est pour cette raison qu'elles sont moins encombrantes par rapport aux compresseurs à piston [6].

II.4. But de la compression

La compression en générale, peut être imposée par la nécessité technique de déplacer une certaine quantité de gaz d'un système à une certaine pression, vers un autre système à une autre pression plus élevée.

Cette opération a pour but de:

- Faire circuler un gaz dans un circuit fermé.
- Produire des conditions favorables (pression) pour des réactions chimiques.
- Envoyer un gaz dans un pipe-line de la zone de production vers l'utilisateur.
- Obtenir de l'air comprimé pour la combustion, la commande ou les utilités.
- Récupérer du gaz (exemple l'unités de GNL de Skikda) [6].

II.5. Classification des compresseurs

Les compresseurs peuvent être classées selon plusieurs caractéristiques selon:

- Le principe de fonctionnement (volumétrique, turbocompresseur).
- Mouvement des pièces mobiles (mouvement linéaire, rotatif).
- Le gaz à comprimé ; air, gaz naturel...

En général il existe deux grandes familles de compresseur, les compresseurs volumétriques et les turbocompresseurs.

Dans les premiers, l'élévation de pression est obtenue en réduisant un certain volume de gaz par action mécanique, dans les seconds, on augmente la pression en convertissant de façon continue l'énergie cinétique communiquée au gaz en énergie de pression due à l'écoulement autour des aubages dans la roue.

D'après leurs principes de fonctionnement, on distingue les types suivants:

II.5.1. Compresseurs volumétriques

a. Compresseurs à piston

Ces compresseurs réalisent la compression du gaz par réduction du volume qui lui est offert. La variation du volume et le déplacement du gaz est obtenu par le mouvement alternatif d'un piston à l'intérieur d'un cylindre. On classe les compresseurs à piston d'après les différents indices:

- Disposition des cylindres (horizontale, verticale).
- Nombres des cylindres (monocylindrique, ...).
- Méthode de refroidissement (air, eau).
- Méthode de graissage (barbotage, sous pression...).

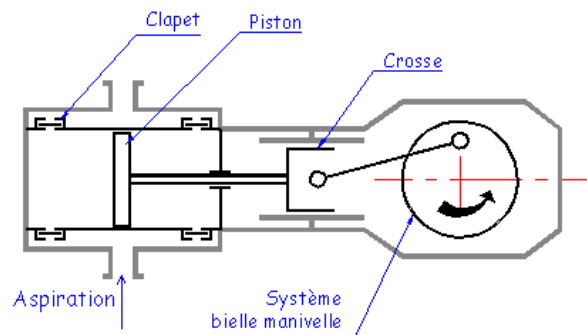


Figure II.5 Compresseur à piston (Alternatif)

b. Compresseurs rotatifs volumétriques

Ces compresseurs tels que les compresseurs à piston compriment les gaz par réduction du volume. Parmi ces appareils :

- Les uns réalisent la compression progressivement dans une capacité fermée de volume, décroissant suivant un cycle semblable à celui qui est obtenu dans les compresseurs à piston.
- Les autres transportent les gaz d'une enceinte à basse pression à une autre à pression élevée, le cycle est alors tout à fait différent.

Parmi les compresseurs rotatifs on distingue:

- Compresseurs à palettes mobiles.
- Compresseur à anneau liquide.
- Compresseur à rotors hélicoïdaux.

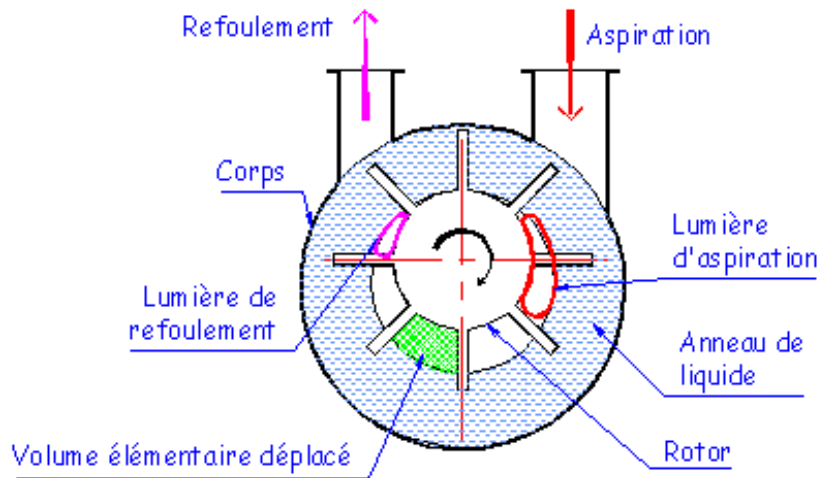


Figure II.6 Fonctionnement du compresseur à anneau liquide

II.5.2. Les turbocompresseurs

Dans les turbocompresseurs, l'élévation de la pression résulte précisément d'une action sur la vitesse de fluide. Ici encore, l'énergie nécessaire au fonctionnement du compresseur est dépensée sous forme de travail, celui-ci est transformé sous forme d'énergie cinétique au fluide à comprimer, et cette dernière à son tour est transformée en pression. La mise en vitesse est obtenue en soumettant le fluide à l'action des roues à aubes ayant une grande vitesse rotative.

Ces machines assurent la compression grâce à la force centrifuge, due au mouvement de rotation des roues munies d'aubes ou d'ailettes. Les turbocompresseurs sont divisés en:

a. Compresseurs centrifuges

Les turbocompresseurs peuvent être des compresseurs centrifuges, dans lesquels le parcours du gaz dans les roues est dirigé du centre vers la périphérie. Donc l'énergie de gaz comprimé augmente grâce à la force centrifuge qui est provoquée par le mouvement de rotation des roues des aubes. Les compresseurs centrifuges sont employés pour des hauteurs manométriques élevées.

b. Compresseurs axiaux

Les compresseurs axiaux comme les compresseurs centrifuges, sont des turbocompresseurs, L'accroissement de la pression résulte d'une action sur la vitesse de fluide. Le travail fourni par

le moteur ou la turbine sous forme d'énergie mécanique transmise à l'axe du compresseur est transformé en énergie cinétique du gaz à comprimer grâce à la rotation des ailettes; celle-ci est à son tour transformé en énergie de pression dans le diffuseur. Les compresseurs axiaux sont utilisés pour les grands débits [6].

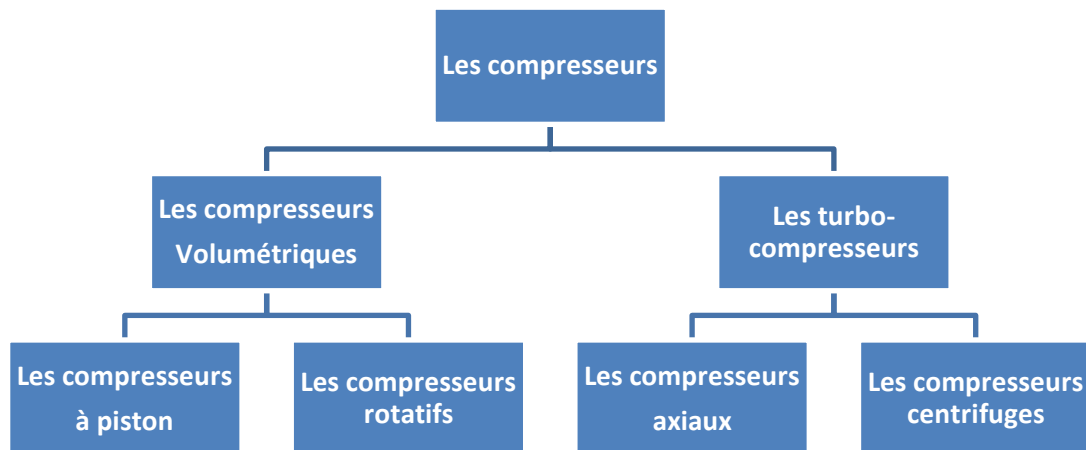


Figure II.7 Classification des compresseurs

II.6. Description générale du compresseur centrifuge

Le compresseur centrifuge est une turbomachine dans laquelle le gaz s'écoule principalement dans le sens radial. L'énergie nécessaire pour augmenter la pression de gaz est fournie en fluide par les aubes d'une roue centrifuge.

Ces aubes divisent la surface latérale de la roue en secteurs servant de canaux d'écoulement, et forment un aubage. Le compresseur centrifuge est très utilisé en raffinage et dans les industries chimiques.

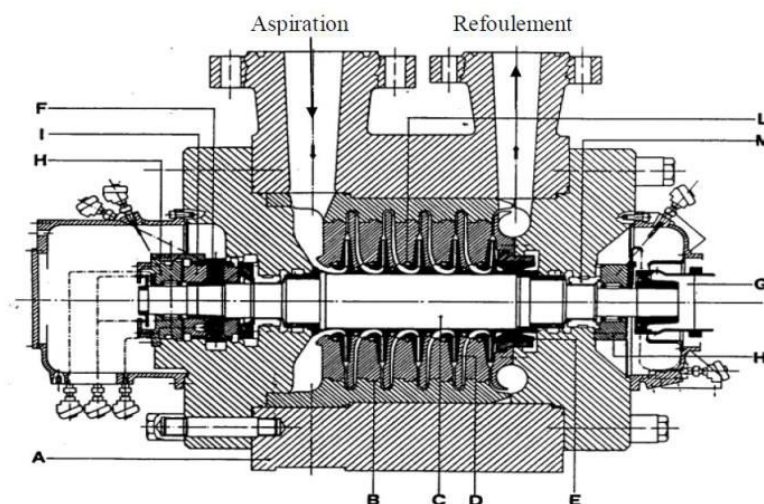


Figure II.8 Le Compresseur Centrifuge

Ce type de machine est constitué par l'ensemble d'équipement suivant:

Un corps extérieur (A) contenant la partie du stator dite ensemble de diaphragmes (B), Où un rotor formé d'une ou plusieurs roues (D) est introduit par un arbre (C), Le tambour ou le piston d'équilibrage (E), le collet du palier de butée (F), Le rotor est entraîné par la machine motrice tournant sur les paliers porteurs (H) est gardé dans sa position axiale par le palier de la butée (I) ainsi que des dispositifs d'étanchéité d'huile à labyrinthe (L) agissent sur le rotor [6].

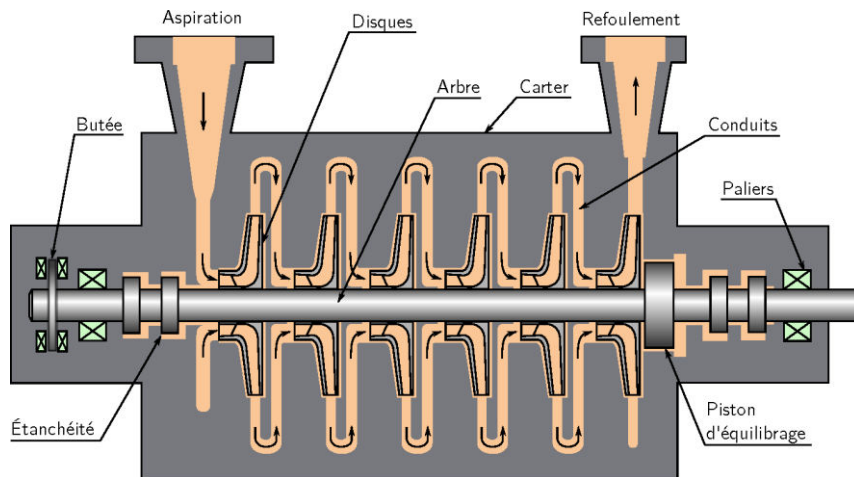


Figure II.9 Schéma coupe du Compresseur Centrifuge

II.7. Les types de compresseurs centrifuges

Les compresseurs centrifuges ont des formes différentes en fonction du service pour lequel ils doivent être utilisés et de la pression nominale, selon les classifications, on peut adopter les subdivisions suivantes:

a. Compresseurs avec corps ouverts horizontalement (Split)

L'enveloppe du compresseur se divise le long du plan horizontal en deux parties, supérieure et inférieure (assemblées par boulonnages au niveau du plan de joint horizontal). L'étanchéité du joint est de type métal, ces enveloppes sont souvent moulées.

La construction de la machine est conçue pour permettre un démontage facile. Il n'est pas cependant adéquat en vue de l'opération à haute pression ou celle utilisant le gaz contenant une quantité importante d'hydrogène; ce qui rend la masse moléculaire réduite. Dans l'ordre général, la limite maximale de pression devait être de 50 à 60 bars pour ce compresseur.

Les diaphragmes, la paroi d'aspiration et la volute de refoulement se montent par demi partie directement dans chaque demi-enveloppe. Ce type d'assemblage permet une maintenance aisée par accès direct aux organes internes du compresseur.

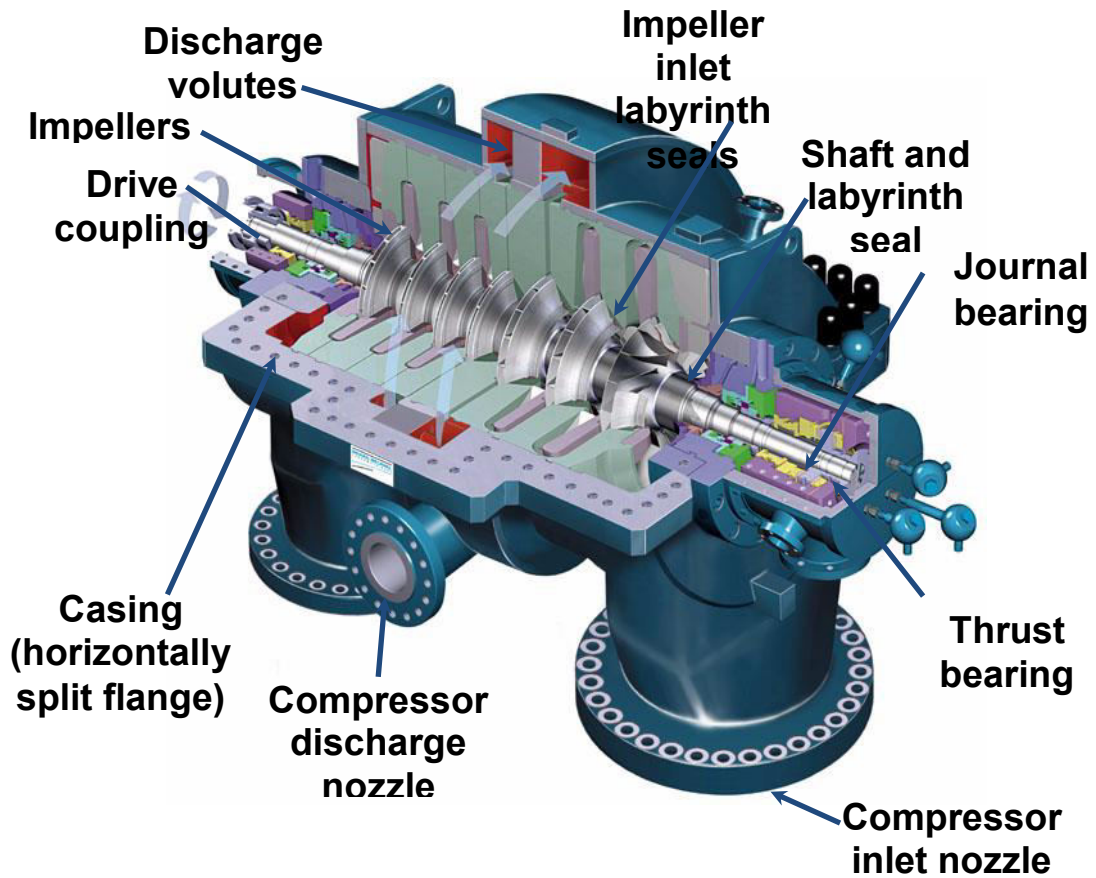


Figure II.10 Le Compresseur Centrifuge type Split

b. Compresseurs avec corps ouverts verticalement (barrel)

Les corps ouverts verticalement sont constitués d'un cylindre fermé aux extrémités par deux flasques. C'est pour cette raison que ce type de compresseurs est dénommé "barrel". Ces compresseurs, généralement multi-étages, peuvent fonctionner à des pressions élevées (jusqu'à 700 kgf/cm^2) [6].

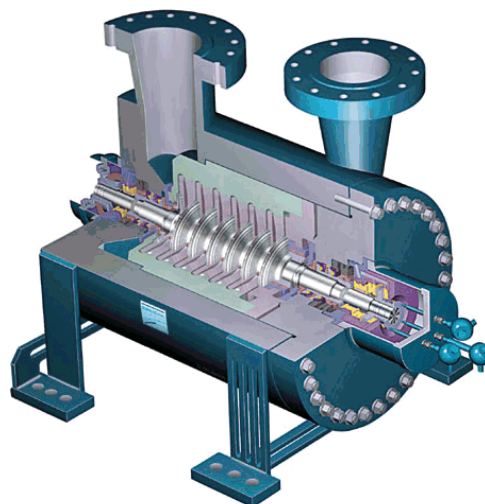


Figure II.11 Le Compresseur Centrifuge type Barrel



Figure II.12 Le Compresseur Centrifuge type Barrel-2

II.8. Comparaison entre les différents types des compresseurs

Le tableau ci-dessous nous donne une comparaison entre les différents types de compresseurs suivant leur débit, pression, rendement et leur mouvement :

Tableau II.1 Comparaison entre les différents types de compresseurs

Types		M ^{vt} linéaire	M ^{vt} rotatif	Debit	Pression	Rendement
Volumétrique	à pistons	+		faible à moyen	Élevée	très bon
	Rotatif		+	Faible	Basse	Faible
Turbocompresseur	Centrifuge		+	Important	Élevée	très bon
	Axial		+	très important	Basse	très bon

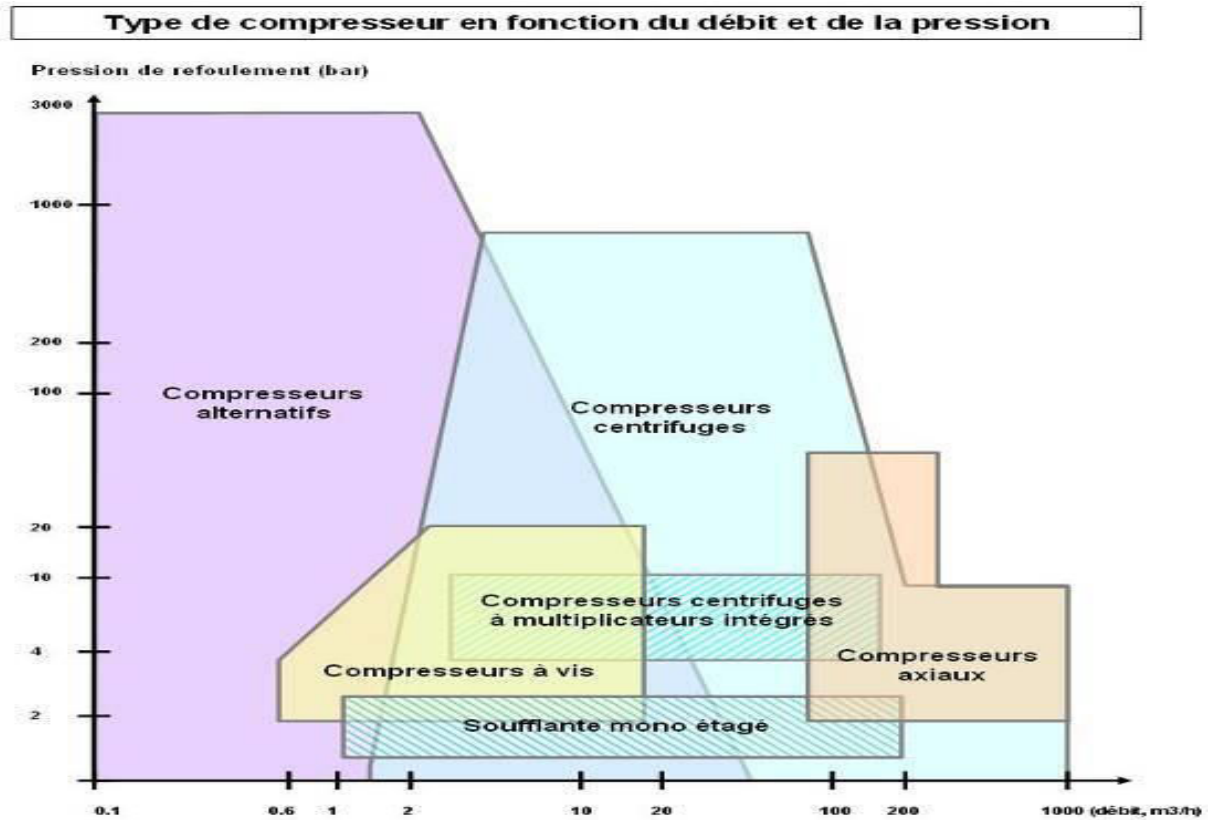


Figure II.13 Type de compresseur en fonction du débit et de la pression

II.9. Les systèmes d'étanchéités des compresseurs

Le système d'étanchéité consiste à injecter un fluide dans un labyrinthe en carbone. Ainsi, le fluide d'étanchéité est appliqué entre le palier d'arbre de transmission et la roue du compresseur. L'azote est utilisé comme fluide d'étanchéité pour ses propriétés étant un gaz inerte et son état gazeux à très basse température. La régulation de pression du fluide d'étanchéité est effectuée en fonction de la pression de refoulement du compresseur en gardant toujours une légère hausse de pression par rapport à la pression du gaz [6].

II.9.1. Systèmes d'étanchéité aux gaz secs

Les joints secs pour gaz sont essentiellement des joints mécaniques à facettes constitués d'un anneau d'accouplement (rotatif) et d'un anneau primaire (stationnaire).

Pendant le fonctionnement, les rainures de la bague d'accouplement génèrent une force fluïdo-dynamique qui entraîne la séparation de la bague primaire de la bague d'accouplement, créant ainsi un 'espace de fonctionnement' entre les deux bagues. Cet espace varie de 3 à 10 microns en fonction du type de joint.

Un gaz d'étanchéité est injecté dans le joint, fournissant le fluide de travail pour l'espace de fonctionnement et d'étanchéité entre l'atmosphère ou le système de torche et le gaz de traitement interne du compresseur.

- Joint d'étanchéité primaire pour gaz sec : Empêche les fuites de gaz de travail à l'intérieur d'une machine.
- Joint de gaz sec secondaire : Il vient en renfort du premier joint à gaz sec.

II.9.1.1. Application de l'étanchéité aux gaz secs

L'étanchéité aux gaz secs est largement utilisée dans les domaines suivants :

- Compresseurs pour pipelines
- Applications offshore
- Raffineries de pétrole
- Pétrochimie et installations de traitement du gaz

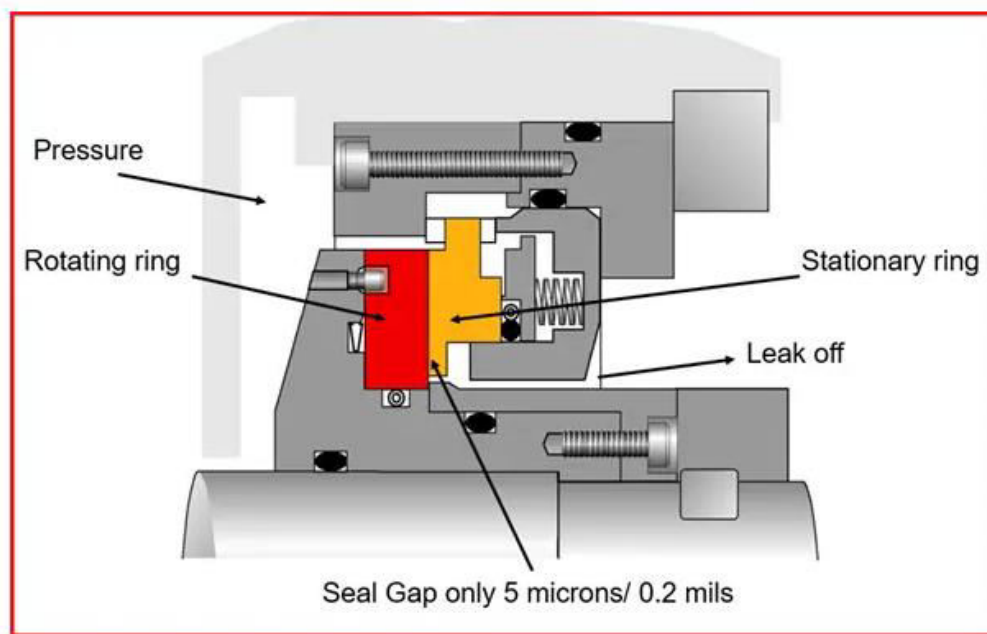


Figure II.14 La garniture mécanique qui assure l'étanchéité du compresseur

II.9.1.2. Principe de l'étanchéité aux gaz secs

La pression hydrodynamique – de minuscules rainures creusées dans la face de l'anneau rotatif aspirent le gaz entre les faces du joint, créant ainsi une pression suffisante pour vaincre la tension du ressort qui maintien les faces l'une contre l'autre.

Le gaz est aspiré dans cet espace étroit, ce qui le fait déborder vers l'extérieur dans l'espace entre les faces, les séparant ainsi l'une de l'autre.

Les joints ne se touchent pas grâce à la pression hydrodynamique, crée par de petites rainures creusée dans la face de l'anneau rotatif, qui aspire le gaz dans le joint, forçant ainsi les deux surfaces à s'éloigner l'une de l'autre.

L'espace entre les joints étant inférieur à un cheveu humain, le gaz de scellement utilisé doit être parfaitement sec et exempt de gravillons, de poussière ou d'humidité. Une source externe de gaz de scellement est donc utilisée pour garantir la propreté.



Figure II.15 Rainures creusées de l'anneau rotatif

Le système d'étanchéité en tandem est conçu de manière à ce qu'en cas de défaillance du joint primaire, la machine puisse être arrêtée en toute sécurité grâce au confinement fourni par le joint secondaire, sans qu'il y ait de rejet dangereux de gaz dans l'atmosphère.

Bien que ces joints à gaz sec soient capable de supporter des niveaux élevés de vibration sans dommage, la rotation inverse de l'arbre à des vitesses élevées endommagera les joints car ils ne sont pas en mesure de développer la pression hydrodynamique nécessaire pour écarter les faces d'étanchéité.

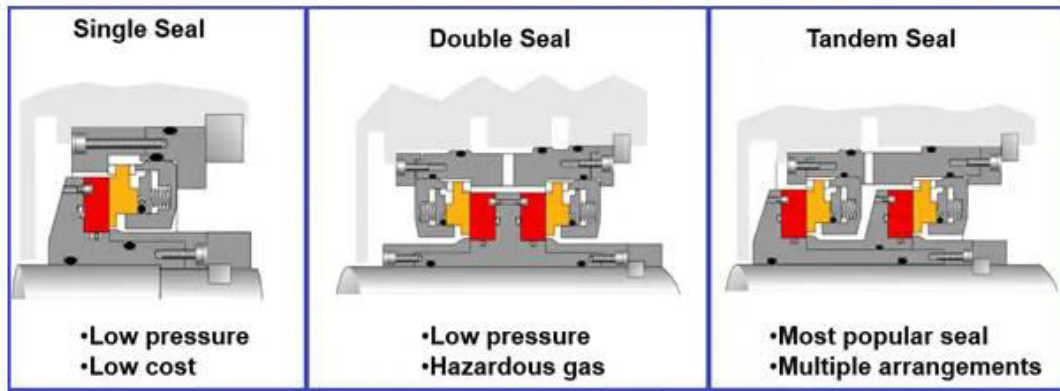


Figure II.16 Le système d'étanchéité en tandem

II.9.1.3. Gaz d'étanchéité

Le Gaz tampon filtré est injecté dans la cavité située entre le joint d'étanchéité primaire et le labyrinthe intérieur. Cette alimentation en gaz s'échappe du labyrinthe intérieur et retourne dans le compresseur, ce qui garantit que la cavité est exempte de liquides ou de particules susceptible d'endommager le joint à gaz. Le gaz d'alimentation fuit également au-delà du joint d'étanchéité primaire, dans la cavité située entre les joints d'étanchéité primaire et secondaire, et est dirigé vers un système d'évent ou de torche approuvé.

II.9.1.4. Joints à labyrinthe

Les joints labyrinthes sont utilisés en conjonction avec les joints à gaz secs afin de limiter les fuites entre les chambres autour du joint. Un joint labyrinthe fonctionne comme un labyrinthe, créant un chemin tortueux que le fluide doit emprunter pour s'échapper.

L'huile de lubrification provenant des paliers du compresseur est empêchée de pénétrer dans le joint à gaz sec par l'utilisation d'un simple joint à labyrinthe alimenté en gaz de séparation pour créer une barrière à la migration de l'huile de lubrification. Les joints labyrinthe sont un type de joint 'sans contact' avec des jeux très fins. Grace à un système d'encoches et de rainures, la pression est réduite petite à petite, de sorte que les fuites sont minimisées (et non pas stoppées).

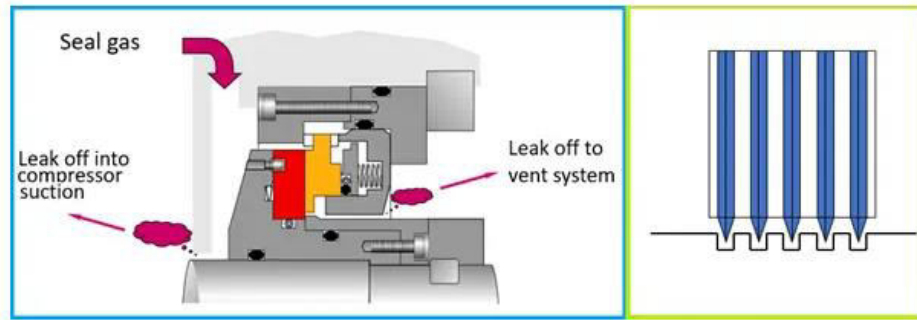


Figure II.17 Joint à labyrinthe

II.9.1.5. Equilibrage de la pression

La poussée créée par le refoulement à haute pression qui repousse le rotor du compresseur vers l'aspiration est annulée par la création d'une poussée opposée à l'aide d'un tambour d'équilibrage.

Ce système d'équilibrage de la pression signifie également que les joints du compresseur ne sont jamais exposés qu'à la pression d'aspiration.

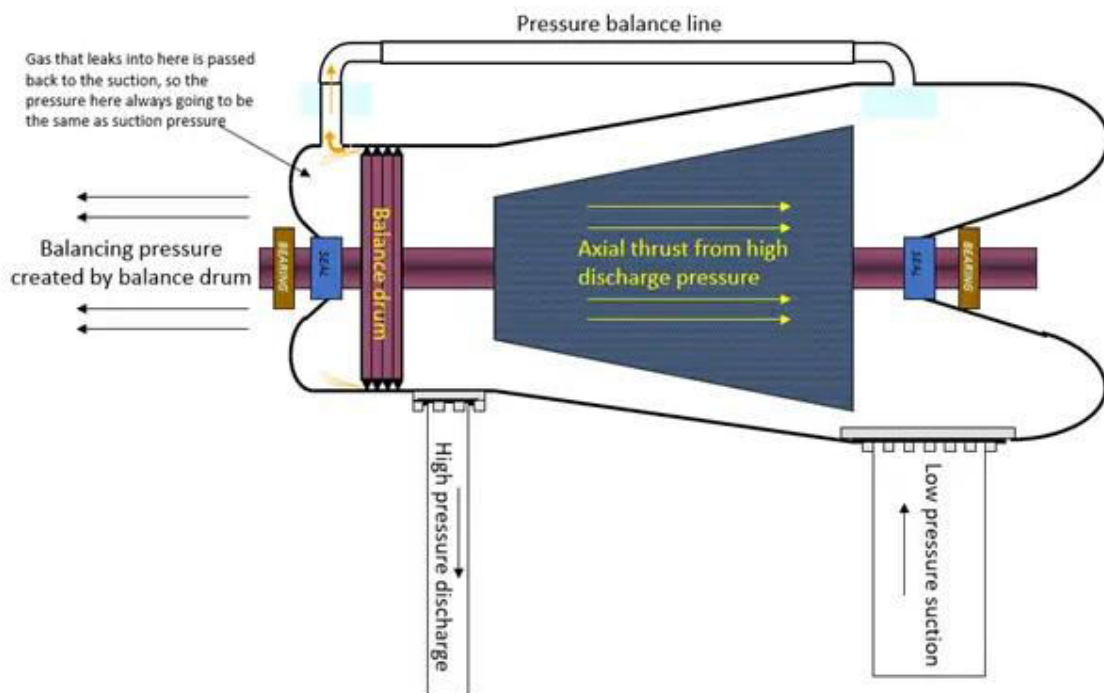


Figure II.18 Système d'équilibrage de la pression

II.9.1.6. Gaz primaire

Le gaz primaire est injecté devant le joint pour créer un flux positif. Il est utilisé pour s'assurer que le gaz entrant dans le joint est complètement sec et propre, exempt de saleté, de poussière et d'humidité.

II.9.1.7. Gaz secondaire

Le gaz secondaire est de l'azote utilisé pour fournir une source propre de gaz au faces du joint secondaire. Les deux joints sont séparés par un autre labyrinthe et le gaz de fuite est conduit vers un événement atmosphérique dans un endroit sûr.

II.9.1.8. Gaz de séparation

Le gaz de séparation est de l'azote utilisé pour empêcher l'huile de lubrification du palier adjacent de fuir dans le système d'étanchéité à gaz sec.

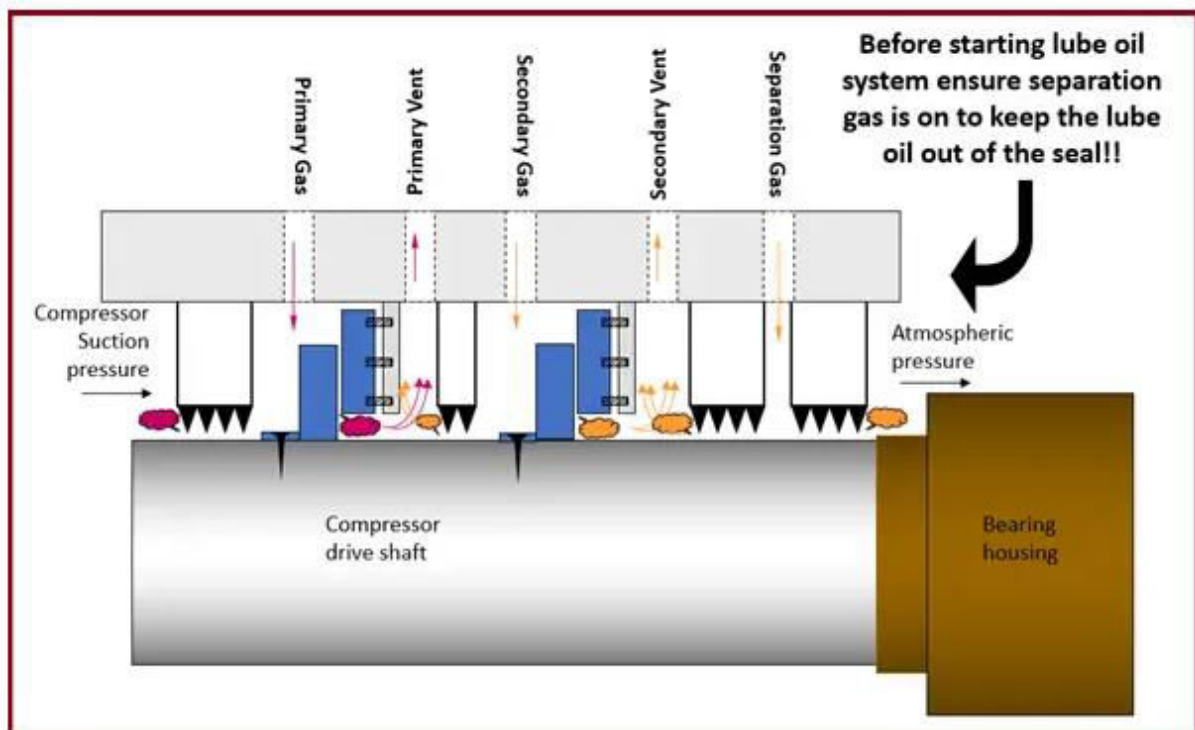


Figure II.19 Système d'étanchéité à gaz sec

II.9.1.9. Schéma de contrôle typique pour l'étanchéité au gaz sec

Un contrôleur maintient une pression différentielle constante au-dessus de la pression d'aspiration, tandis que les flux vers chaque joint sont également contrôlés pour vérifier l'intégrité du joint [7].

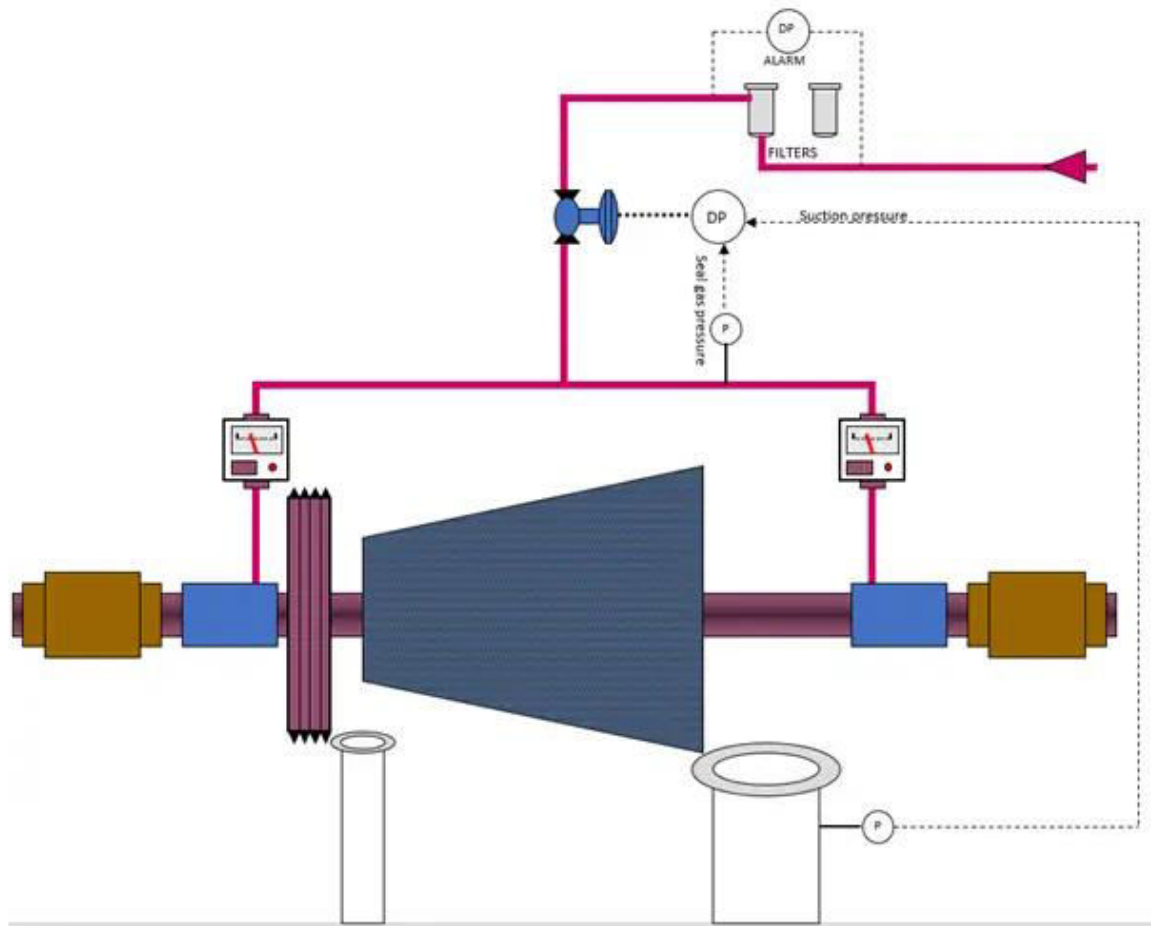


Figure II.20 Schéma de contrôle typique pour l'étanchéité au gaz sec

II.9.2. Etanchéités à labyrinthe (internes)

Les garnitures internes installées entre les parties rotatives et les parties stationnaires du compresseur pour réduire les éventuelles fuites du gaz entre les zones à pressions différentes sont de type à labyrinthe.

Une garniture à labyrinthe se compose d'une bague dont la périphérie porte une série de lames ayant un jeu réduit avec le rotor.

Les bagues sont construites en deux moitiés ou en quatre parties en alliage léger résistant à la corrosion et de dureté inférieure à celle du rotor afin d'éviter d'endommager le rotor en cas de contact accidentel.

La moitié supérieure de chaque bague est vissée au diaphragme correspondant. Les demi-bagues inférieures peuvent être facilement enlevées en les faisant tourner dans leur logement sur les diaphragmes.

Les étanchéités sont montées en correspondance avec les composants suivants de l'arbre, les disques des roues, les manchons de l'arbre situés entre les roues et le piston d'équilibrage. Le même type d'étanchéités est installé en bout d'arbre pour réduire les pertes de gaz de la partie interne du compresseur [6].

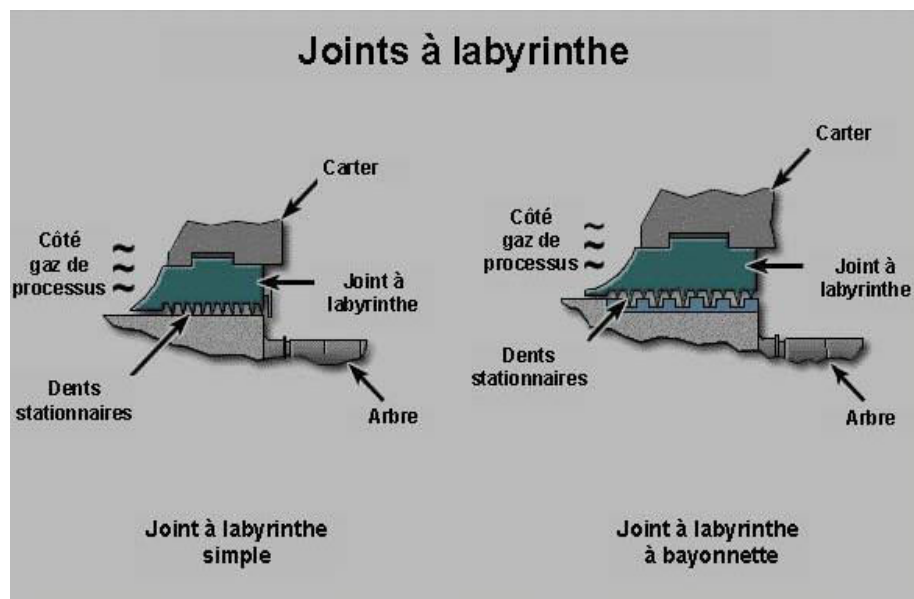


Figure II.21 Joints à labyrinthe

II.10. Conclusion

Dans ce chapitre, un aperçu général sur les compresseurs a été présenté, en commençant par donner une définition typique d'un compresseur, puis les différents domaines d'applications de ces machines. Nous avons listé ensuite les différents types de compresseurs et avons montré une vue interne du type centrifuge.

Comme nous avons détaillés les différents composants d'un compresseur centrifuge, leurs caractéristiques et leur systèmes d'étanchéité et plus spécialement le système d'étanchéité aux gaz secs.

Chapitre III

Le système DCS yokogawa centum VP

III.1. Introduction

Les systèmes de contrôle tels que le DCS (Distributed Control System : Système de Contrôle Distribué) ont été conçus spécialement pour les tâches industrielles, dédiés à la surveillance, au contrôle et à la conduite des procédés industriels.

L'architecture distribuée de DCS est une combinaison d'équipements et les installations de production sont réparties géographiquement sur le site. Ces systèmes numériques sont dotés de microprocesseurs et de réseaux qui leur permettent de traiter les données et de stocker les résultats puis de les transmettre à des nœuds du réseau pour communiquer avec les organes de réglage.

Les nouvelles technologies telles que le DCS du Yokogawa CENTUM VP offrent des solutions globales pour un fonctionnement optimal et sécurisé des équipements.

III.2. Définition d'un DCS

Un DCS ou SNCC est un système qui permet la supervision et le contrôle des processus industriels en temps réel. La surveillance comprend la traduction de l'état de chaque instrument présent sur le site en différentes formes et les associer à des vues ou des fenêtres descriptives afin que l'HIS est un synoptique animé en temps réel, conçu pour pouvoir offrir aux opérateurs la possibilité de surveiller le site et effectuer les interventions nécessaires au moment requis (modification consigne PID (Proportionnel, Integral, Derive), mode auto/manuel, acquittement d'alarme, etc.).

Le contrôle en temps réel comprend l'utilisation de conditionnements ou de calculs séquentiels pour permettre un système qui répond aux exigences du cahier des charges.

Dans un système centralisé, un même dispositif (processeur ou contrôleur) peut réaliser la plupart des fonctions de base. Une indisponibilité du dispositif en question provoque la perte des fonctions qu'il a en charge [8].

Par contre, dans un système distribué ou réparti, les fonctions de base sont plutôt confiées à plusieurs dispositifs (station) reliés entre eux par des réseaux de communication. Une indisponibilité d'un dispositif ne provoque que la fonction qu'il a en charge. Une station peut avoir accès à des informations au niveau de base de données sur une autre station via le réseau de communication [9].

III.3. Les avantages du DCS

Le système DCS, par rapport aux anciens systèmes de contrôle, a plusieurs avantages parmi

ces avantages :

- **La notion de redondance** : la possibilité que chaque station et chaque réseau peut être redondant augmente la fiabilité du système et diminue les déclenchements intempestifs.
- **La notion d'ouverture** : le DCS est un système ouvert qui a l'avantage de communiquer avec des autres systèmes indépendants comme les systèmes SCADA, ESD, ...
- **La notion de distribution** : les fonctions de base de conduite du procédé sont distribuées sur plusieurs dispositifs (stations) assurant, en cas de problème, la continuité de la conduite avec la plupart des fonctions.
- **La notion d'analyse et d'optimisation** : évoluer avec les commandes avancées grâce aux outils mathématiques de DCS, il est possible d'utiliser la fonction analyse et optimisation pour une gestion optimale des processus.
- **La notion simplicité** : fonction de communication homme-machine utilisez simplement la méthode habituelle, PC et imprimante. Les opérateurs peuvent à partir d'une représentation graphique interactive du processus, les ingénieurs peuvent utiliser des logiciels informatiques pour les travaux de maintenance et de développement du système.
- **La notion de disponibilité des informations** : grâce aux réseaux de communication et capacité mémoire du DCS, toute sorte d'information peut être disponible en temps réel. Remarquant aussi la disponibilité d'historique des données à tout moment.
- **La notion de surveillance continue** : on passe de la surveillance périodique des équipements stratégiques à la surveillance continue, savoir l'état de santé des machines par une visualisation de l'évolution des paramètres. La lecture des données se fait directement sans recours à des appareils extérieurs de mesure [10].

III.4. Architecture du DCS

L'architecture de base d'un DCS est constituée de quatre niveaux différent:

Niveau 1 : Comparable au système traditionnel, il représente les instruments de terrain.

Niveau 2 : Représente les automatismes installés dans le local technique ils sont constitués de modules d'entrées/sorties.

Niveau 3 : représente la partie où s'effectue la conduite du procédé par l'intermédiaire de stations opérateurs.

Niveau 4 : partie de supervision et de gestion de l'usine [11].

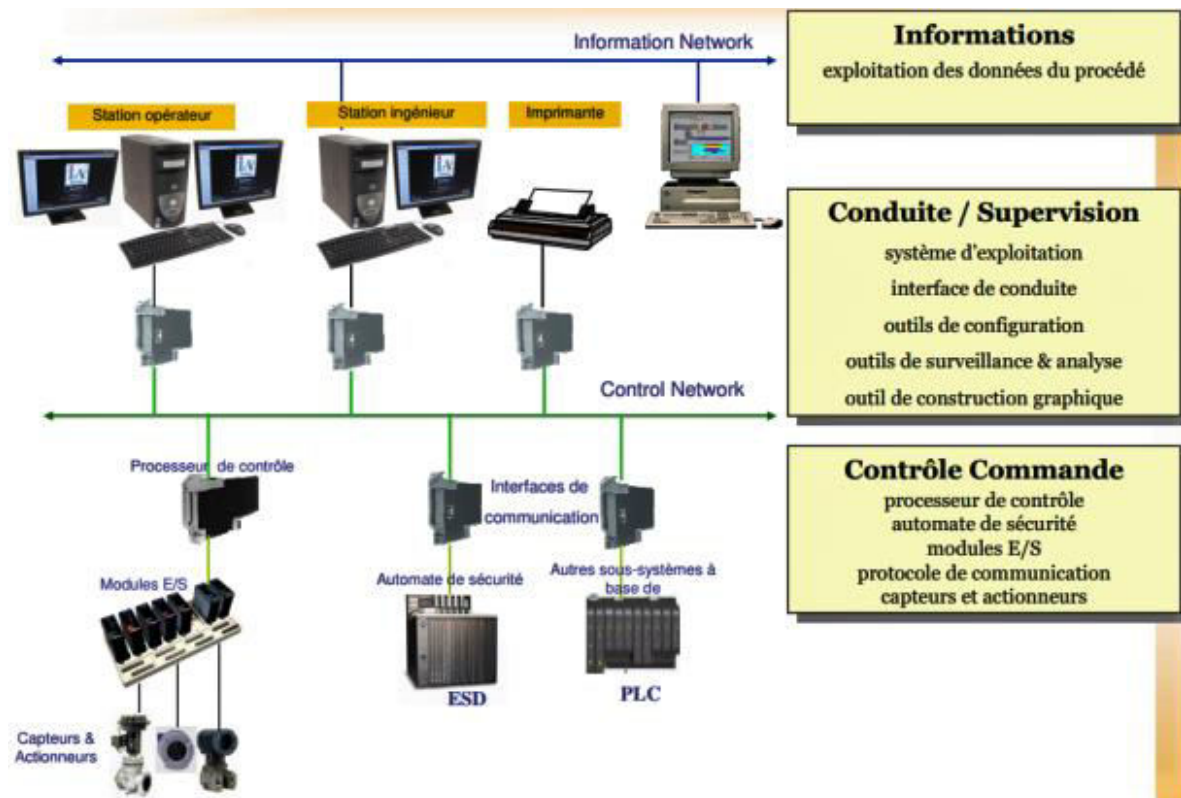


Figure III.1 Architecture général du DCS

III.5. Divers systèmes DCS

Depuis les années 1990, la plupart des champs pétrolifères et gazières en Algérie ont installé des systèmes DCS. Les systèmes DCS les plus connus sont :

- **IA SERIES FOXBORO**

Ex : Les modules MPP0, MPP1, MPP4 et le BOOSTING de Hassi R'Mel.

- **CENTUM YOKOGAWA**

Ex : Les modules MPP2, MPP3 de Hassi R'Mel, ZCINA de Hassi Messaoud.

- **TDC HONEYWELL**

Ex : Champ de Hamra/Ghourd Nous et le complexe de GLIK SKIKDA.

- **DELTA EMERSON**

Ex : Champ de Gassi Touil, Institut de Naphto Gaz.

- **BAILEY**

Ex : Oued Noumer.

Le tableau suivant donne les appellations de certains composants des systèmes DCS :

Tableau III.1 Les équipements DCS

DCS	Interface E/S	Réseau E/S	Contrôleur	Station de conduite	Station de configuration ou de sauvegarde	Réseau de contrôle	Réseau de communication
FOXBORO	FBM (pour l'échange de données)	Field Bus (système de communication)	CP	WP	AW	Nodebus	Ethernet
YOKOGAWA	Nœuds	RIO Bus	FCS	HIS	HIS	Vnet	Ethernet
DELTA V	Cartes E/S	Rail DIN	MD	Workstation	Professional Plus station	Ethernet	Ethernet
HONEYWELL	Cartes E/S		PM APM	US USW	HM	UCN LCN	

III.6. Evolution des systèmes de commande YOKOGAWA

Le système de contrôle distribué de Yokogawa - CENTUM - a été lancé en 1975 comme le premier véritable système de contrôle distribué (DCS) au monde. Depuis lors, il a été continuellement amélioré et mis à niveau, incorporant des technologies de pointe tout en maintenant la continuité et la rétrocompatibilité du système.

Le CENTUM VP, en tant que DCS, est le composant clé du concept "Enterprise Technology Solutions" de Yokogawa. Le DCS YOKOGAWA CENTUM VP est un système totalement ouvert. Il offre, en plus d'un contrôle direct du processus, d'excellentes possibilités pour:

- Intégration de sous-systèmes tels que les PLC, les analyseurs, etc.
- Gestion intégrée des instruments avec Plant Resource Manager (PRM).
- Intégration au réseau de contrôle (Vnet/IP) pour le système ESD (PLC ProSafe-RS).

L'ensemble constitue un système intégré de contrôle de la production et des installations, qui est exploité via une fenêtre unique. Grâce à la modularité et à l'architecture du système, ces fonctions peuvent toutes être mises en œuvre de manière séparée.

En utilisant ces caractéristiques de ségrégation, le système de contrôle du processus peut être mis en œuvre de telle sorte que la ségrégation de l'usine soit entièrement reflétée dans l'architecture du système de contrôle de la production [12].

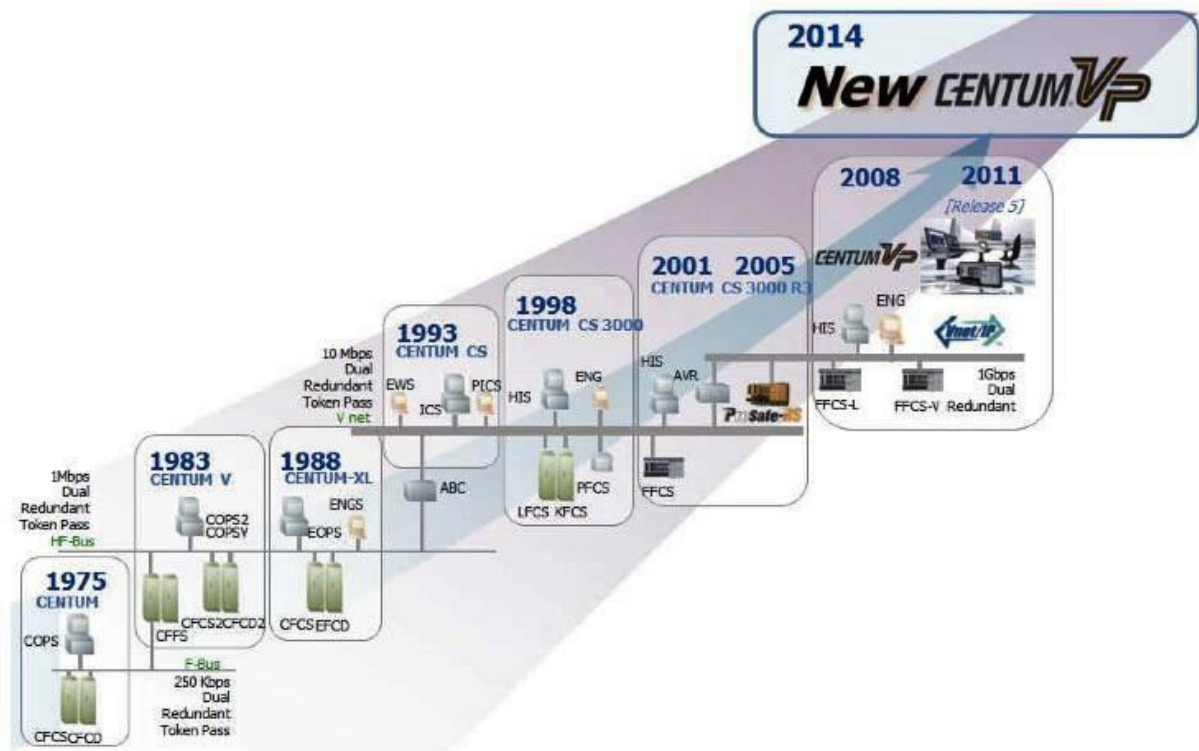


Figure III.2 L'évolution des systèmes YOKOGAWA

III.7. L'architecture du DCS Yokogawa Centum VP

CENTUM VP a une architecture simple et commune composée d'interfaces homme-machine appelées stations d'interface humaine (HIS), de stations de contrôle sur le terrain (FCS) et d'un réseau de contrôle. Ces trois composants de base permettent de passer d'une petite échelle à des installations très vastes et complexes.

L'architecture du système CENTUM VP est simple. Des réseaux très flexibles peuvent être conçus à l'aide d'équipements de réseau disponibles dans le commerce tels que les HUB de commutation (couche 2 et couche 3).

Bien que les données de communication ouvertes et de contrôle puissent être transférées sur les mêmes câbles Vnet/IP. Physiquement les mêmes câbles Vnet/IP, ces communications sont logiquement séparées afin qu'elles n'aient pas d'effet l'une sur l'autre. Cela permettra l'intégration de composants non CENTUM dans le réseau de contrôle Vnet/IP.

L'architecture du système permet de gérer jusqu'à 1 000 000 de repère instrument et 512 stations. Différents domaines peuvent être définis pour séparer les disciplines fonctionnelles au sein de l'organisation de l'utilisateur [12].

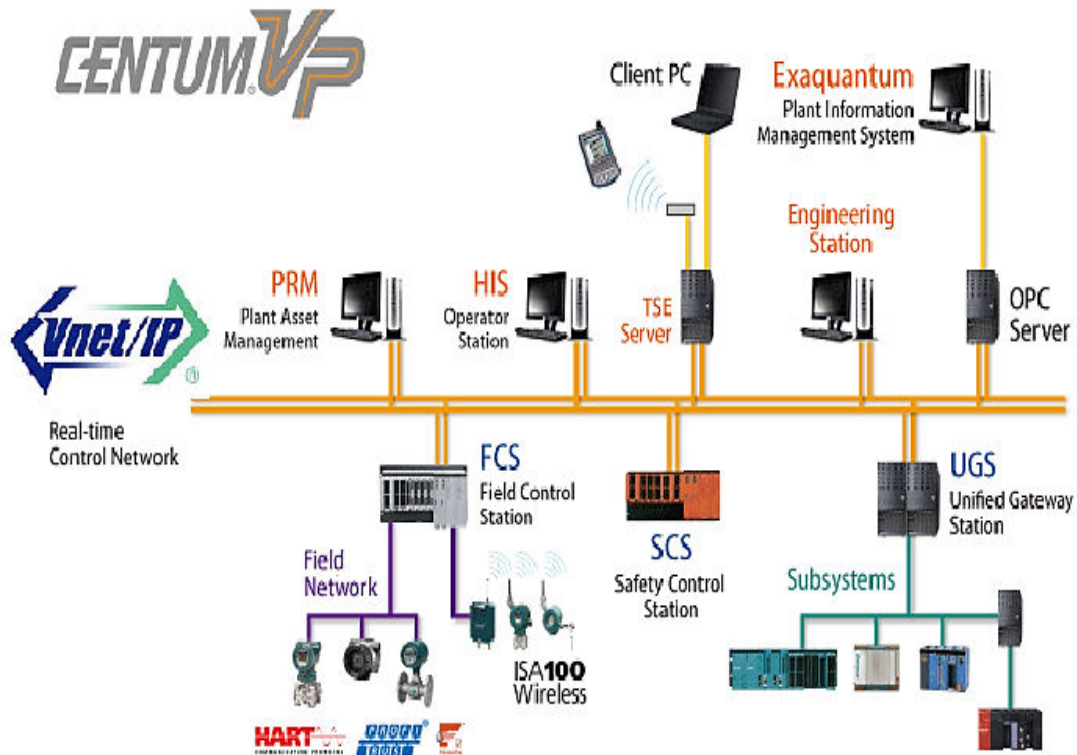


Figure III.3 Architecture Typique du Centum VP

Les principaux composants de CENTUM VP sont les suivants :

III.7.1. Station de contrôle de terrain (Field Control Station (FCS))

Le poste de contrôle sur le terrain (FCS) est un modèle de génération à la pointe de la technologie qui intègre le contrôle des processus et des lots, ainsi que des fonctions informatiques. Les fonctions de contrôle intégrées comprennent :

- Fonctions de régulation et de contrôle avancées (boucles de contrôle).
- Fonctions de contrôle de la séquence (Table de séquence, Diagramme logique, Diagramme des fonctions séquentielles).
- Fonctions d'intégration du sous-système.
- Fonctions de gestion des instruments de terrain.

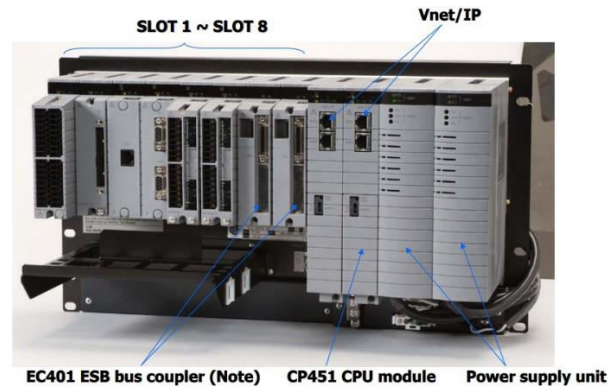


Figure III.4 Station de contrôle de terrain (FCS)

La FCS est le cœur du système de contrôle CENTUM VP. Il se compose de deux alimentations, de deux cartes de communication et d'un ou de plusieurs processeurs RISC redondants, en fonction de la disponibilité requise du système. La FCS effectue toutes les actions liées au contrôle du processus. Il contient les contrôleurs PID et autres, les commutateurs, les logiques, les séquences et les algorithmes de contrôle avancés. Il communique via le bus ESB/ER avec les NIU et via Vnet / IP (le réseau local (LAN) de contrôle des processus en temps réel) avec l'interface opérateur et l'environnement d'ingénierie.

Les composantes du FCS sont :

- Unité de contrôle : Filed Control Unit (FCU).
- Bus ESB/ ER.
- Unité de nœud : Node Unit (NU).
- Unité d'entretien : House Keeping Unit (HKU) [12].

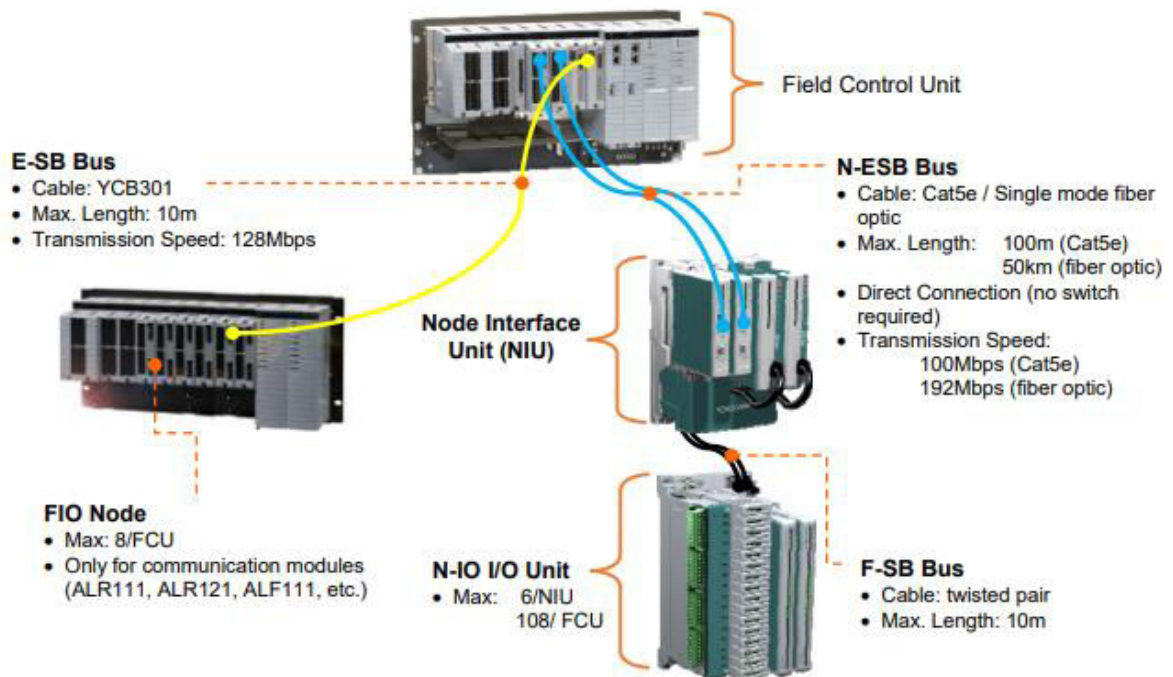


Figure III.5 Parties de la station de contrôle de terrain (FCS)

a. Unité de contrôle de terrain (Field Control Unit (FCU))

La FCU se compose de cartes et de modules exécutant les calculs de contrôle pour le FCS ; pour les FCU duplexés, les modules de processeur et de puissance sont duplexés. Des modules d'Entrées/Sorties peuvent être montés. Pour ajouter des unités de nœuds, un module d'interface de bus est nécessaire.

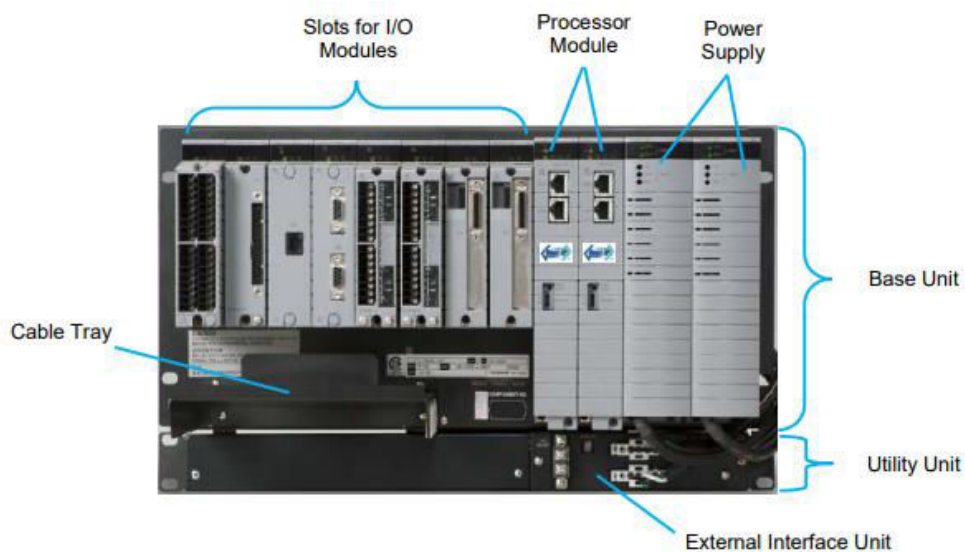


Figure III.6 Parties de l'unité de contrôle sur le terrain (FCU)

b. Unité de nœud (Node Unit (NU))

L'unité de nœud (NU) est une unité de traitement des signaux qui convertit et transmet les signaux d'E/S de processus analogiques ou numériques reçus des dispositifs de terrain au FCU.

L'unité de nœud (NU) comprend l'unité de nœud de bus ESB (nœud local) montée dans la station FCS et l'unité de nœud de bus ER (nœud distant) montée dans des armoires ou des panneaux à proximité du site de l'usine. L'unité de nœud est composée d'un module d'interface esclave de bus ESB ou d'un module d'interface esclave de bus ER, d'un module d'E/S et d'un module d'alimentation.

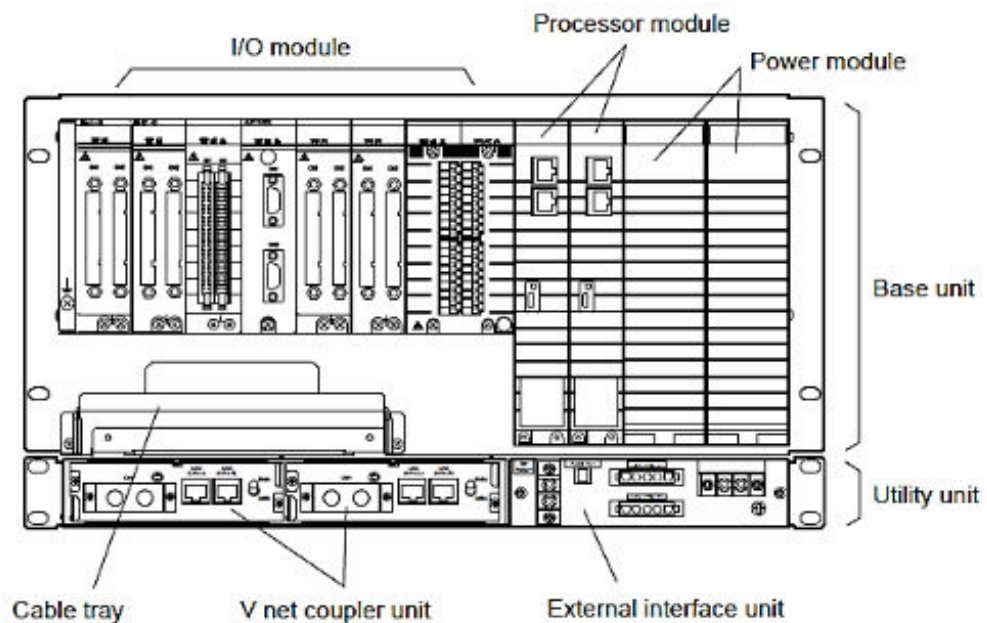


Figure III.7 L'unité de nœud (Node Unit)

c. ESB Bus et ER Bus

Le bus ESB (Extended Serial Backboard bus) est un bus de communication disponible pour une double redondance reliant les unités de nœuds de bus ESB et le FCU. Le bus ER (Enhanced Remote bus) est un bus de communication à haut débit disponible pour une double redondance reliant les unités de nœuds de bus ESB et les unités de nœuds de bus ER. Grâce au bus ER, les unités de nœuds peuvent être situées à l'écart de l'armoire FCU ou à l'intérieur de celle-ci. Cette disponibilité des unités de nœuds du bus ER permet de placer les unités de nœuds à proximité des dispositifs de terrain, de limiter la capacité d'alimentation pour des raisons de sécurité ou de placer les unités de nœuds séparément en raison d'un problème d'espace [11].

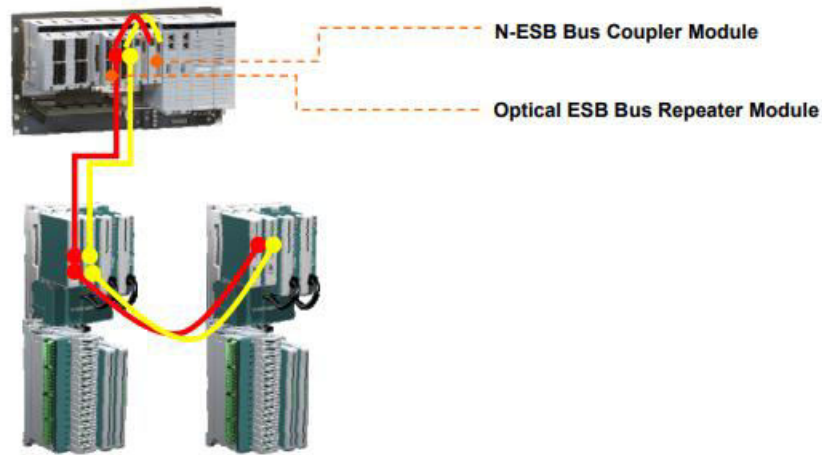


Figure III.8 Méthode de connexion du bus optique ESB

d. Modules d'entrée/sortie

Les modules d'entrée convertissent les signaux de processus au format de données numériques utilisé par le FCS. Les modules de sortie convertissent le format de données numériques utilisé dans le FCS en signaux analogiques ou de contact. Les modules d'E/S sont disponibles pour tous les types de signaux disponibles dans l'industrie de transformation.

La large gamme de modules disponibles permet de configurer le système en fonction des exigences relatives aux signaux de processus et de prévoir différents niveaux d'isolation [14].

Les modules FIO offrent une grande flexibilité dans le choix de la connexion avec les signaux de terrain, à savoir les bornes de serrage, les connecteurs MIL et l'adaptateur d'interface du câble KS (câble système propre à Yokogawa) [13].

III.7.2. Réseau de contrôle de processus en temps réel – Vnet/IP

Le Vnet/IP de Yokogawa est un réseau de contrôle avec une grande fiabilité et une réponse rapide. Il s'agit d'un bus de contrôle conforme à l'IEEE 802.3 et à l'UDP/IP, dont le taux de transmission peut atteindre 1 Gbps. Il utilise des câbles, des commutateurs de couche 2, des commutateurs de couche 3, etc.

La topologie de connexion Vnet/IP utilise une formation arborescente. Les appareils au sein des domaines sont connectés à l'aide de commutateurs de couche 2. Dans un Vnet/IP à double redondance, les bus 1 et 2 sont des sous-réseaux indépendants. Chaque bus comporte deux voies de communication indépendantes. Dans un réseau Vnet/IP, une région dans laquelle les appareils sont connectés sans utiliser de routeur, de commutateur de couche 3 ou de routeur Vnet est appelée domaine. Vnet/IP construit un réseau pour chaque domaine [12].



Figure III.9 La carte réseau Vnet/IP (Modèle : VI702)

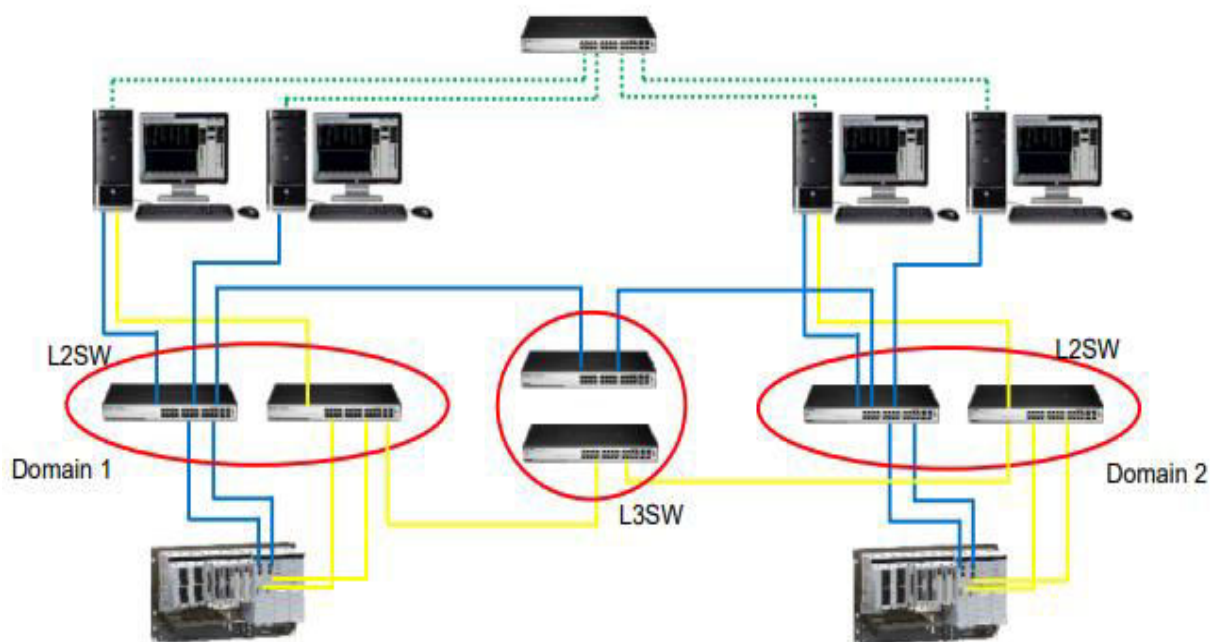


Figure III.10 Exemple du système Centum VP avec deux domaines

Vnet/IP dispose de deux bandes de communication. La première est destinée au contrôle des processus en temps réel, qui exige une réponse sûre et déterministe. L'autre est destinée aux communications Ethernet et est utilisée à la fois pour les communications internes de station HIS à station HIS ainsi que les stations Plant Resource Manager (gestion des actifs de l'usine), Exaopc (OPC pour l'échange de données) et la station passerelle universelle (UGS) et pour les communications avec l'équipement Ethernet à usage général [15].

Tableau III.2 Spécifications du Vnet / IP

Topologie	Topologie en étoile/arbre
Vitesse de transmission	1 Gbps pour le matériel Yokogawa, 100 Mbps pour l'équipement Ethernet général
Accès cotrol	Duplex intégral
Echelle	64 stations/domaine
Configuration du bus	Double redondance
Communication de contrôle	Fonctionnellement compatible avec Vnet
Communication ouverte	TCP/IP
Equipement de réseau	Les concentrateurs de commutation et les routeurs disponibles dans le commerce
Câbles	Câbles UTP cat5e ou supérieurs ou câbles à fibre optique monomode

III.7.3. Station d'Interface Homme-Machine (Human Interface Station (HIS))

La HIS est l'interface opérateur du système. Elle fournit des écrans dédiés au fonctionnement, à la surveillance, aux rapports, aux tendances, etc. Elle est directement connectée à Vnet/IP, ce qui assure une communication en temps réel entre l'interface opérateur et le comportement de l'installation, par exemple les plaques frontales et les alarmes, etc. La HIS est également connecté à Ethernet, qui interconnecte tous les HIS, ce qui permet des fonctions client-serveur au niveau de l'interface opérateur, telles que le partage de fichiers de tendances, de bases de données d'événements, etc.



Figure III.11 Station d'Interface Homme-Machine (HIS)

Selon les besoins du client, plusieurs plates-formes peuvent être utilisées pour les fonctions HIS, à savoir le bureau ou le type de console. La console Yokogawa avec écran LCD ou CRT double/quadruple est à la pointe de la technologie et conçue de manière ergonomique pour faciliter l'utilisation et accélérer la réponse de l'opérateur. Un PC polyvalent est installé à l'intérieur de la console pour obtenir une synergie maximale avec la base installée, minimiser

les pièces de rechange et les différents contrats de maintenance. Un poste de travail PC compatible IBM standard peut également être utilisé comme poste d'opérateur.

a. Capacité opérationnelle (Operation Capability)

La HIS offre un environnement opérationnel puissant grâce à ses nombreuses possibilités et à sa grande capacité. Le HIS peut être utilisé comme une station autonome sans dépendre d'un serveur central, etc. Chaque opérateur peut effectuer ses opérations quotidiennes de manière indépendante en utilisant un système d'information dédié. Tous les HIS ont la capacité de communiquer et d'échanger les données nécessaires de manière flexible, et de réaliser une configuration de sauvegarde mutuelle avec n'importe quel autre HIS.

Les capacités fonctionnelles suivantes peuvent être intégrées dans chaque station HIS.

- Nombre d'étiquettes : 100 000 (extensible jusqu'à 1 000 000).
- Fenêtre graphique : 4 000 (400 données par fenêtre).
- Fenêtre des tendances : 800 (8 tendances colorées par fenêtre).
- Fenêtre des points de tendance : 6400.
- Période de sauvegarde des données de tendance : Pas de limitation.
- Période de mise à jour de l'affichage de la fenêtre : 1 seconde (spécification standard).
- Période de sauvegarde des messages historiques : Pas de limitation.

b. Service des terminaux (Terminal Service)

La HIS CENTUM VP est capable de fournir un service de terminal (TS) en utilisant la technologie Windows 2003 TS. Le serveur TS permet d'accéder simultanément à l'application CENTUM VP, avec un maximum de huit clients. Les fonctions d'exploitation et de surveillance peuvent être réalisées à partir de PC distants de la même manière que le HIS local.

c. Poste de travail d'ingénierie – ENG (Engineering Work Station – EWS)

Un EWS est l'environnement d'ingénierie du système et contient la base de données principale de l'application. L'environnement d'ingénierie permet l'ingénierie de manière entièrement graphique en utilisant les fonctions standard de Windows "Pick and Click" et "Drag and Drop", la configuration entière peut être construite de manière graphique, y compris les logiques, les séquences, les boucles de contrôle, les graphiques, etc. Grâce à la possibilité d'ingénierie simultanée, plusieurs ingénieurs peuvent travailler simultanément sur une configuration, ce qui permet de tester, de configurer, etc. en même temps.

d. Fonction de test (Test Function)

L'EWS fournit un environnement de test lors de la phase d'ingénierie interne, de FAT, de service sur site, etc. En règle générale, deux types de fonctions d'essai sont configurés par la station EWS, à savoir la fonction d'essai virtuelle et la fonction d'essai cible. La fonction d'essai virtuelle fournit un environnement d'essai sans contrôleurs FCS réels. Un simulateur FCS est utilisé sur PC pour simuler les fonctions et les actions du FCS. La fonction d'essai virtuelle comprend principalement les capacités de fonctionnement du FCS, la simulation du câblage, le point d'arrêt, l'exécution en une seule fois, l'enregistrement des paramètres de réglage, etc.

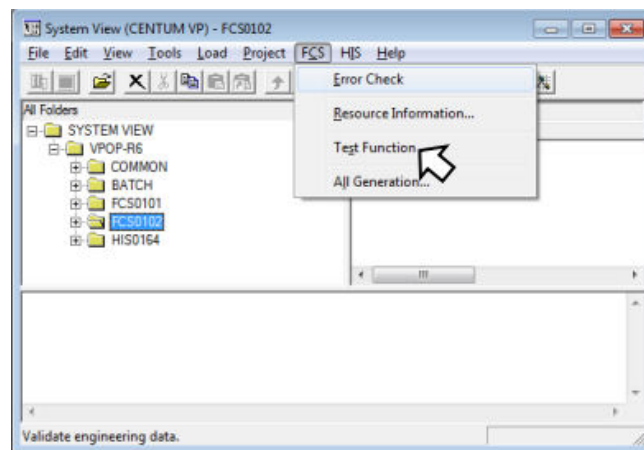


Figure III.12 Démarrage de la fonction de test

La fonction de test cible fournit un environnement de test avec le FCS réel, mais sans câblage de terrain ni cartes d'E/S. Même si le câblage de terrain est fourni, cette fonction de test est disponible en ignorant le câblage de terrain. En ignorant le câblage de terrain réel. Les signaux d'E/S de processus sont simulés par des E/S logicielles dans le FCS, et le PC peut recevoir un signal d'entrée et envoyer un signal de sortie depuis/vers la FCS. La fonction de test cible comprend principalement les capacités de fonctionnement du FCS, la simulation du câblage, la déconnexion des E/S, le point d'arrêt, l'exécution en une seule fois, la sauvegarde des paramètres de réglage, etc [12].

III.8. Les différents blocs fonctionnels

Le bloc fonctionnel est une unité de base pour le contrôle et les calculs. La commande continue, la commande séquentielle (tables de séquences et schémas logiques) et les calculs sont réalisés par des blocs fonctions. Les blocs de contrôle de régulation, les blocs de calcul et les blocs de contrôle de séquence sont interconnectés d'une manière similaire aux schémas de flux d'instruments conventionnels.

III.8.1. Bloc PVI (Process Value Input)

Ce bloc fonctionnel affiche un signal d'entrée des modules d'E/S ou des autres blocs en tant que variable de processus PV. Il peut également sortir la variable de processus à partir de la borne de sortie. Ce bloc ne peut être utilisé que pour indiquer la variable processus.

III.8.2. Bloc PID (Proportional, Integral, Derivative)

Le bloc contrôleur PID fournit la fonction de contrôle la plus générale pour effectuer une commande proportionnelle –intégrale – dérivée base sur l'écart de la variable de processus(PV) par rapport à la valeur de consigne (SV).

Dans le cas réel, le PID reçoit la valeur PV (Processus Value) à partir de la carte d'entrée. Après traitement, la MV (Manipulated Value) est transmise à l'instrument (au site) à travers une carte de sortie.

III.8.3. Bloc ST16 (Table de Séquence)

Le bloc ST16 est utilisé pour la description des séquences dynamiques. En phase de travail, le conditionnement des actions est fait par le biais de conditions. Ces relations entre les signaux de conditions et les signaux d'actions sont décrits avec des oui ou non (Y/N) sur une table quadrillée sous forme de matrice.

III.8.4. Blocs de schéma logique (LC16, LC64)

Le bloc schéma logique décrit les relations entre les signaux d'entrées et de sorties en utilisant des éléments logiques. Ce bloc est adapté à la description des fonctions combinatoires.

- Bloc LC16 : 8 entrées, 8 sorties et 16 opérateurs logiques.
- Bloc LC64 : 32 entrées, 32 sorties et 64 opérateurs logiques.

III.8.5. Bloc de chargement manuel (MLD)

Le bloc MLD (Manuel Loader) est utilisé pour la manipulation du paramètre MV c'est-à-dire que le contrôle se fera manuellement.

III.8.6. Bloc calcul

Le bloc de calcul complète le contrôle de régulation et le contrôle de séquence effectuant un calcul général des signaux analogiques et de contact.

III.8.7. Bloc de simulation (LAG)

Etant donné que nous nous intéressons dans un premier temps à une simulation off-line du projet c'est-à-dire les entrées/sorties physique n'existent pas, nous sommes alors contraint de faire appel au bloc LAG qui est utilisé ici comme simulateur de caractéristiques processus (capteur, actionneur) [16].

Tableau III.3 Quelques Fonctions Blocs

	Type de bloc	Modèle	Nom
Le bloc de contrôle réglementaire effectue le calcul à l'aide de valeurs de processus analogiques pour le contrôle et la surveillance du processus.	Bloc indicateur d'entrée	PVI	Bloc d'indicateur d'entrée
		PVI-DV	Bloc d'indicateur d'entrée avec alarme de déviation
	Bloc contrôleur	PID	Bloc contrôleur PID
		PI-HLD	Bloc contrôleur PI d'échantillonnage
		PID-BSW	Bloc contrôleur PID avec commutateur de lot
		ONOFF	Bloc contrôleur marche/arrêt à deux positions
		ONOFF-E	Bloc contrôleur marche/arrêt amélioré à deux positions
		ONOFF-G	Bloc contrôleur marche/arrêt à trois positions
		ONOFF-GE	Bloc contrôleur marche/arrêt amélioré à trois positions
		PID-TP	Bloc contrôleur marche/arrêt proportionnel au temps
		PD-MR	Bloc contrôleur PD avec réinitialisation manuelle
		PI-BLEND	Mélanger le bloc contrôleur PI
		PID-STC	Bloc contrôleur PID à réglage automatique
	Bloc chargeur manuel	MLD	Bloc chargeur manuel
		MLD-PVI	Bloc chargeur manuel avec indicateur d'entrée
		MLD-SW	Bloc chargeur manuel avec Auto/Man SW
		MC-2	Bloc de commande de moteur à deux positions
		MC-2E	Bloc de commande de moteur à deux positions amélioré
		MC-3	Bloc de commande de moteur à trois positions
		MC-3E	Bloc de commande de moteur à trois positions amélioré
	Bloc de réglage du signal	RATIO	Bloc de réglage de rapport
		PG-L13	Bloc de programmation 13 zones
		BSETU-2	Bloc d'ensemble de lots de totalisation de flux
		BSETU-3	Bloc d'ensemble de lots de totalisation de poids
	Bloc limiteur de signal	VELLIM	Bloc limiteur de vitesse
	Bloc sélecteur de signal	SS-H/M/L	Bloc sélecteur de signal
		AS-H/M/L	Bloc de sélection automatique
SS-DUAL		Bloc sélecteur de signal à double redondance	
Le bloc de séquence effectue un contrôle de séquence tel qu'une séquence de verrouillage ou une séquence de surveillance de processus traitée selon un ordre défini.	Bloc de table de séquence	ST16	Bloc de table de séquence
		ST16E	Bloc d'extension de règle
	Bloc de diagramme logique	LC64	Bloc de diagramme logique
	Bloc SFC	_SFC SW	Bloc SFC de commutateur à 3 positions
_SFC PB		Bloc SFC à bouton-poussoir	
_SFC AS		Bloc SFC analogique	
Le bloc de calcul complète le contrôle de régulation et le contrôle de séquence effectuant le calcul à usage général des signaux analogiques et de contact.	Calcul arithmétique Bloc	ADD	Bloc d'addition
		MUL	Bloc de multiplication
		DIV	Bloc de divisionnaire
		AVE	Bloc de moyenne
		SQRT	Bloc de racine carrée
		EXP	Bloc exponentiel
		LAG	Bloc de décalage de premier ordre
		INTEG	Bloc d'intégration
		LD	Bloc dérivé
RAMP	Bloc de rampe		

III.9. Conclusion

CENTUM VP est l'un des systèmes DCS les plus avancés et les plus utilisés en industrie de nos jours, en raison de sa grande stabilité et de sa disponibilité (architecture Pair and Spare), il peut être également intégré avec d'autres systèmes, et peut supporter des sous-systèmes tels que le système d'arrêt d'urgence (ESD), le système de lutte contre l'incendie et de feu et gaz (F&G) et le système de gestion des brûleurs (BMS) ; le tout organisé autour de son réseau de communication temps réel le Vnet/IP.

Chapitre IV

Implémentation du nouveau système d'étanchéité sur DCS

IV.1. Introduction

La garniture mécanique est un dispositif qui assure l'étanchéité dynamique d'un arbre rotatif avec l'enceinte de l'équipement qu'il traverse, le carter. La garniture mécanique est lubrifiée ou sèche. C'est un organe essentiel pour de nombreuses machines tournantes.

Par exemple, la garniture mécanique sert d'étanchéité pour l'axe d'entraînement d'un rotor de pompe, la pièce est placée entre l'arbre et le corps de la pompe afin d'empêcher les fuites de produit. On l'emploie aussi pour l'étanchéité d'agitateurs, de réacteurs ou de vannes pneumatiques.

Les joints à gaz secs (DGS) sont essentiellement des joints mécaniques à faces composées d'un accouplement (tournant) et un anneau primaire (fixe). Pendant le fonctionnement, les rainures de la bague d'accouplement génèrent une force dynamique des fluides entraînant la séparation de l'anneau primaire de l'anneau d'accouplement, créant ainsi un "espace courant" entre les deux anneaux. L'écart courant varie de 3 à 10 microns selon le type de joint.

Un gaz d'étanchéité est injecté dans le joint, fournissant le fluide de travail pour l'espace de fonctionnement et le joint entre l'atmosphère ou le système de torche et le processus interne du compresseur gaz.

- Joint de gaz sec primaire : Empêche les fuites de gaz de travail de l'intérieur d'une machine.
- Joint de gaz sec secondaire : sauvegarde du premier joint de gaz sec [7].

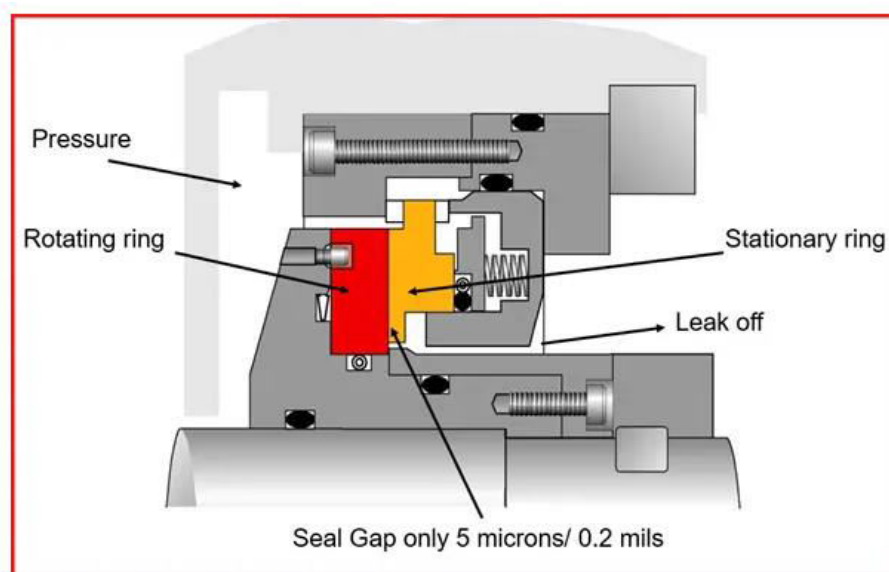


Figure IV.1 La garniture mécanique qui assure l'étanchéité du compresseur

IV.3. Implémentation (Application)

La partie étude est la partie primordiale avant de procéder à la programmation ; elle nécessite une bonne compréhension du cahier des charges et la documentation adéquate et indispensable du système existant et celle du nouveau système fourni.

Le premier pas consiste à modifier les schémas de boucles, en supprimant et/ou en ajoutant les instruments, les actionneurs ...etc., et leur adressage ; cela exige une vérification au fur et à mesure depuis le site jusqu'au armoires de DCS dans les SRR afin d'éviter toute possibilité d'erreur.

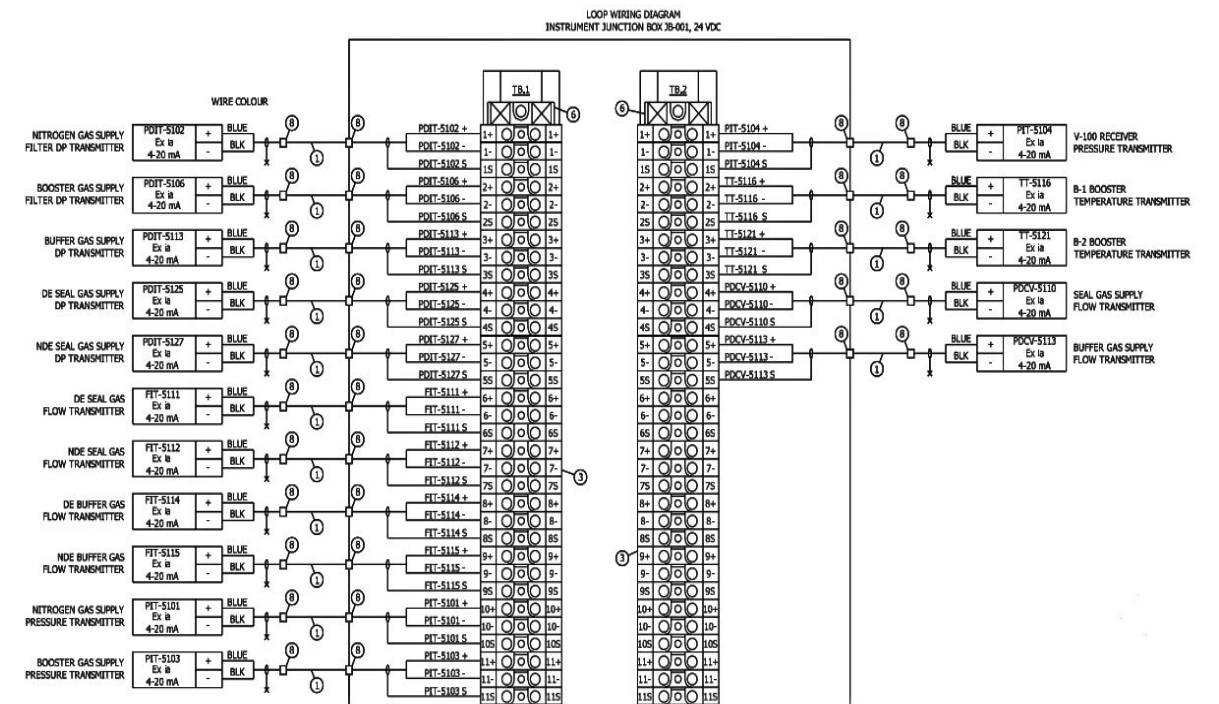


Figure IV.3 Schémas des boucles

Tableau IV.1 Liste des sorties digitales

Actionneurs :	FCU:	NODE:	SLOT:	TERMINAL:
100-SV-5105	100-DCS-	3	8	4
100-XC-5116	001FCU-	3	8	2
100-XC-5116	0111	3	8	3

Tableau IV.2 Liste des entrées analogiques

Transmetteurs existants :	Transmetteurs nouveaux :	FCU:	NODE :	SLOT:	TERMINAL:
100-PDT-5121	100-FIT-5111	100-DCS-004 FCU-114	5	2	9
100-PDT-5123	100-FIT-5112		5	2	10
100-PT-5106	100-FIT-5114		5	1	10
	100-FIT-5115		5	1	14
100-FT-5101	100-PDIT-5102		5	2	5
100-FT-5102	100-PDIT-5106		5	2	6
	100-PDIT-5113		3	3/4	5
100-PDT-5130	100-PDIT-5125		3	3/4	11
	100-PDIT-5127		3	3/4	16
	100-PDCV-5113		4	3/4	5
	100-PIT-5103		5	1	16
100-PDT-5124	100-PIT-5104		3	2	7
100-PDY-5130	100-PDCV-5110		4	3/4	4
100-PDT-5127	100-TT-5121		3	2	6
	100-TT-5116		3	2	5

Tableau IV.3 Liste des entrées digitales

ENTREES DIGITALS:	FCU :	NODE:	SLOT:	TERMINAL:
100-XY-5116	100-DCS-001 FCU-0111	2	7	3
100-XA-5116		2	7	4
100-XY-5121		3	7	31
100-XA-5121		3	7	32
100-ZS-5116		2	7	19
100-ZS-5121		2	7	20
100-ZSL-5105		2	8	31
100-ZSH-5105		2	8	32

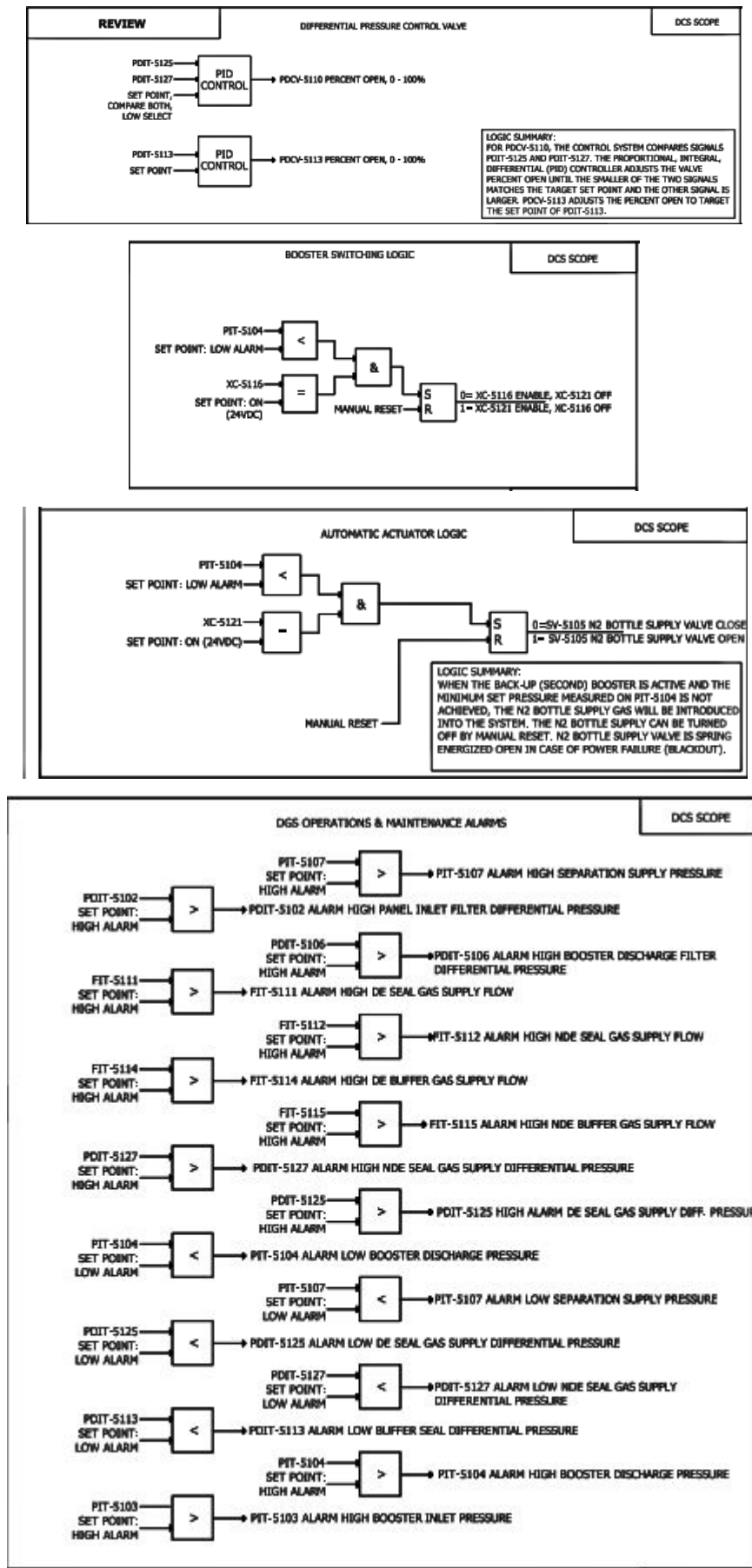


Figure IV.4 Les diagrammes logiques

IV.3.1. Utilisation du logiciel Yokogawa Centum VP

Une application ou un projet sur la plateforme Yokogawa Centum VP est une base de données qui contient tous les éléments pour cette application. Nous allons voir dans ce qui suit de quoi est constituée une application, la procédure à suivre pour créer une nouvelle application ainsi que les étapes principales à suivre lors du développement de cette application.

IV.3.2. Composantes d'une application Yokogawa Centum VP

Les éléments principaux pour une application incluent :

- Programmes
- Blocs de fonctions
- Fonctions
- Variables
- Types de données
- Bibliothèques
- Configuration

IV.3.3. Création d'un nouveau projet sur Yokogawa Centum VP

Voici dans ce qui suit les étapes à suivre lors de la création d'un nouveau projet sur Yokogawa Centum VP.

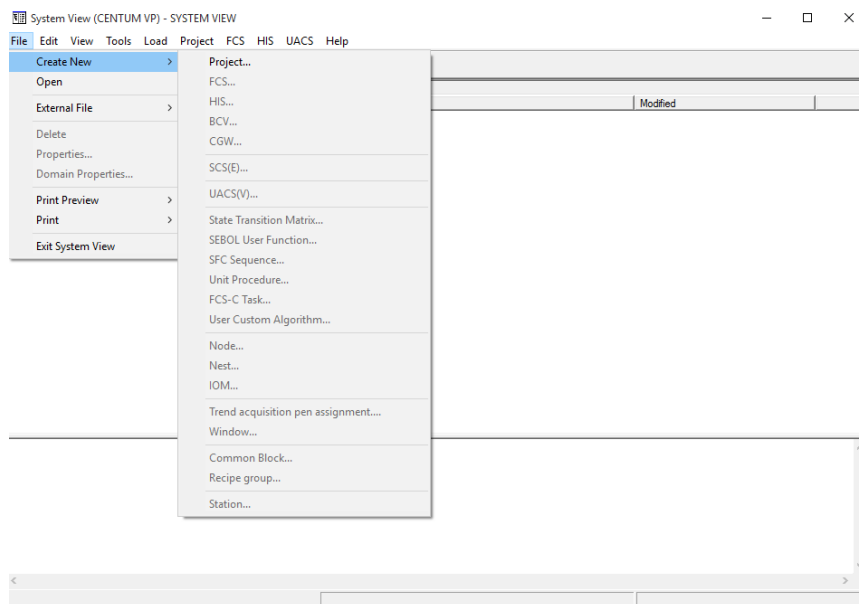


Figure IV.5 Création d'un nouveau projet (Etape1)

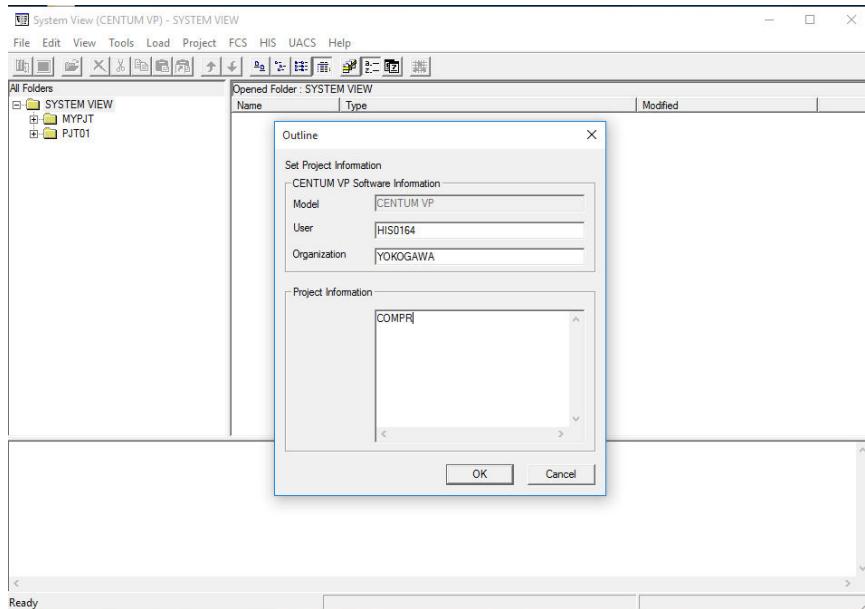


Figure IV.6 Création d'un nouveau projet (Etape2)

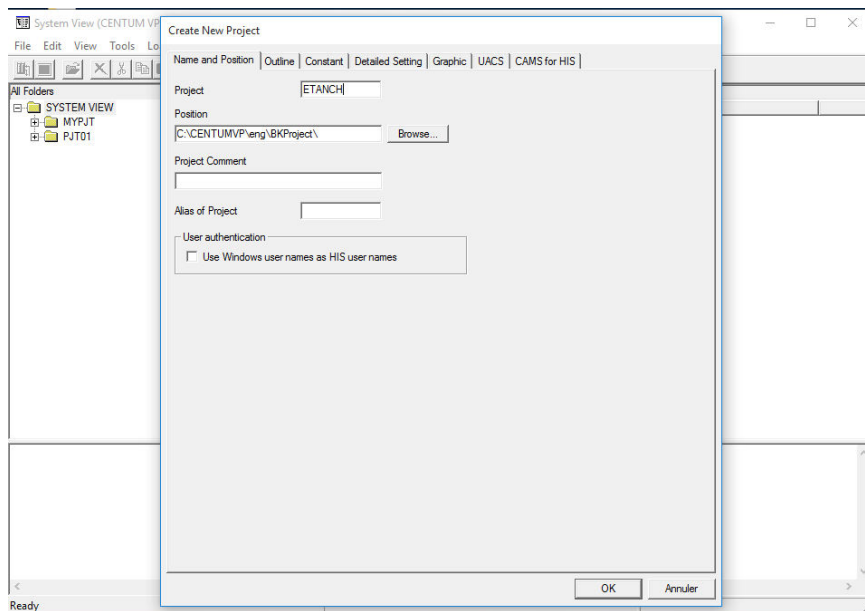


Figure IV.7 Création d'un nouveau projet (Etape3)

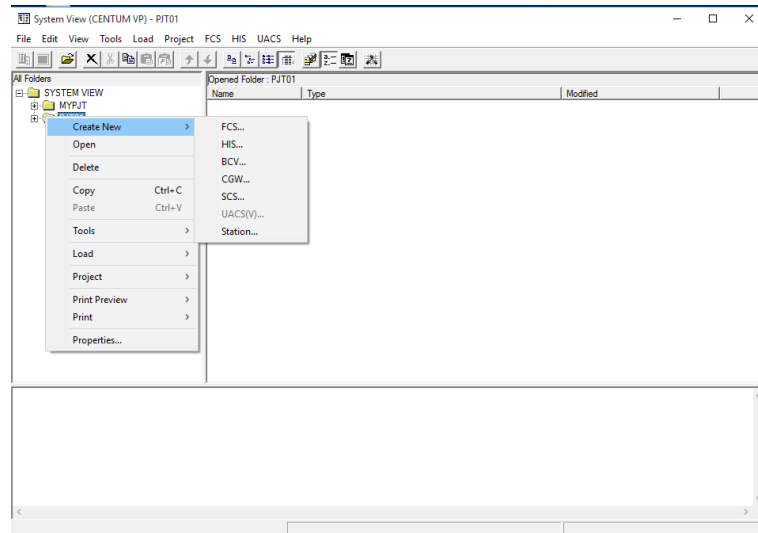


Figure IV.8 Création d'une FCS (Etape1)

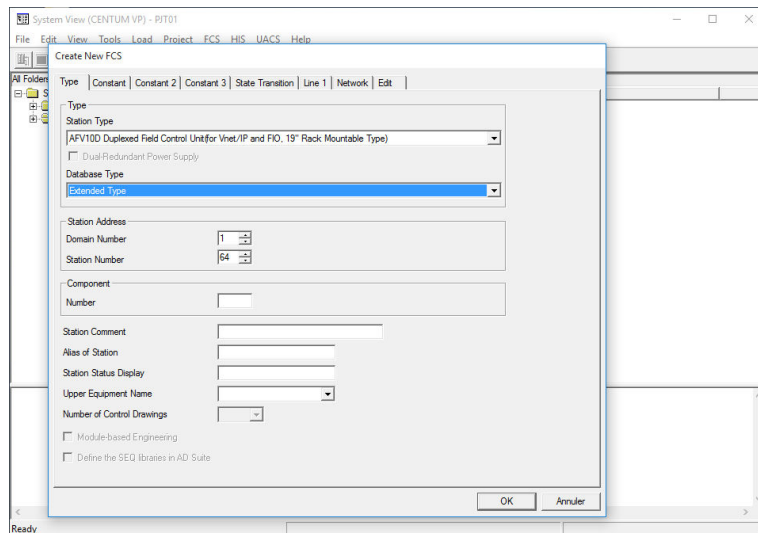


Figure IV.9 Création d'une FCS (Etape2)

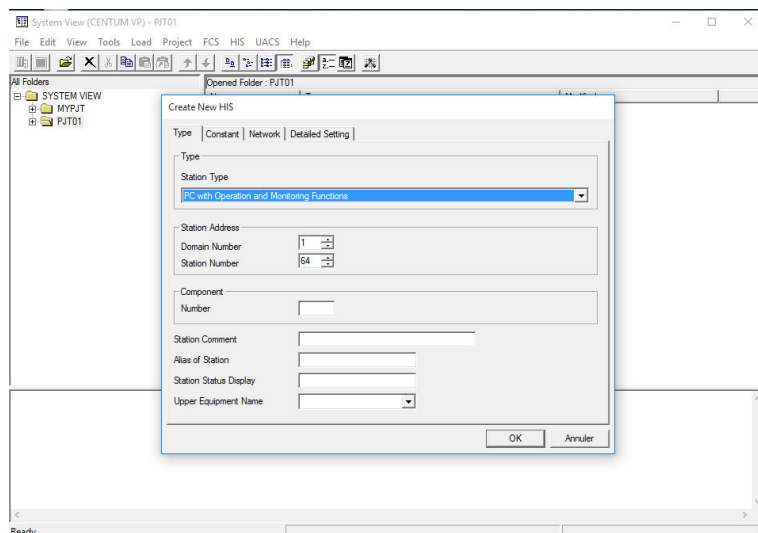


Figure IV.10 Création d'une HIS

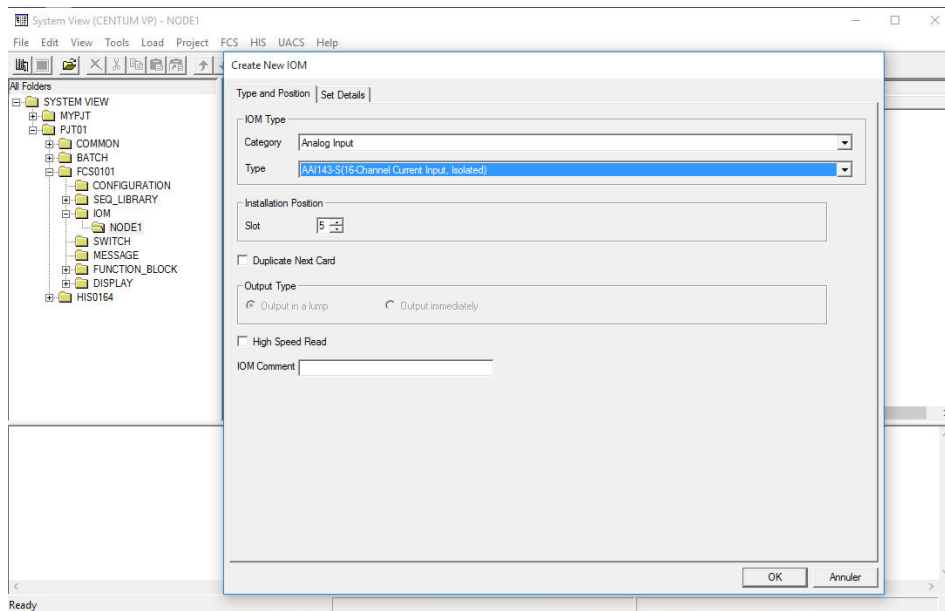


Figure IV.11 Création d'une carte d'entrée analogique

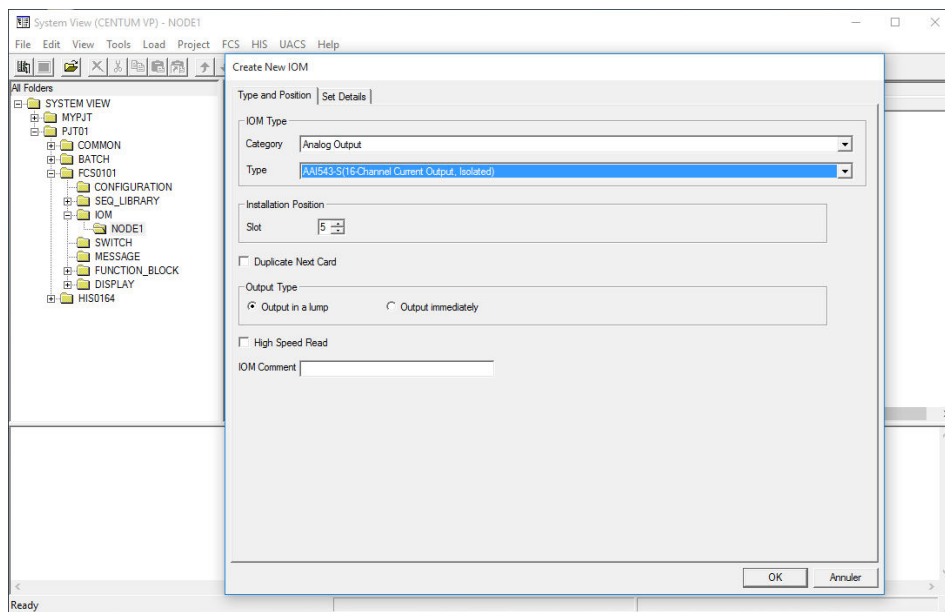


Figure IV.12 Création d'une carte de sortie analogique

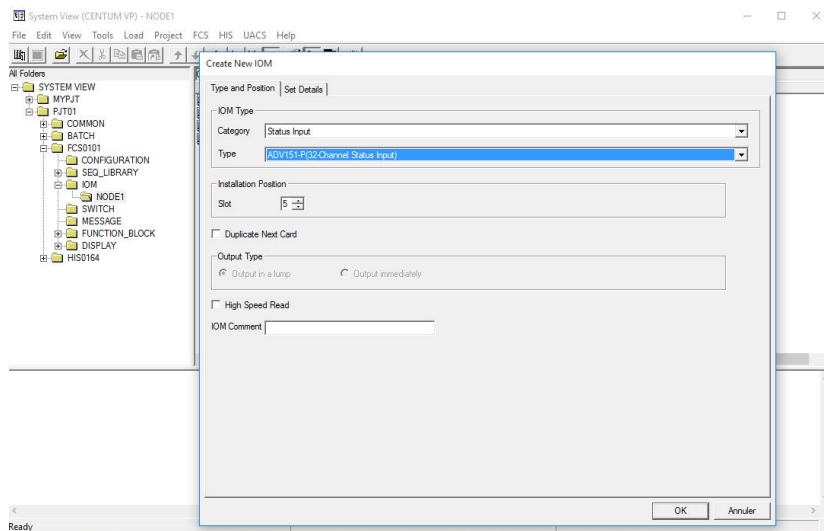


Figure IV.13 Création d'une carte d'entrée logique

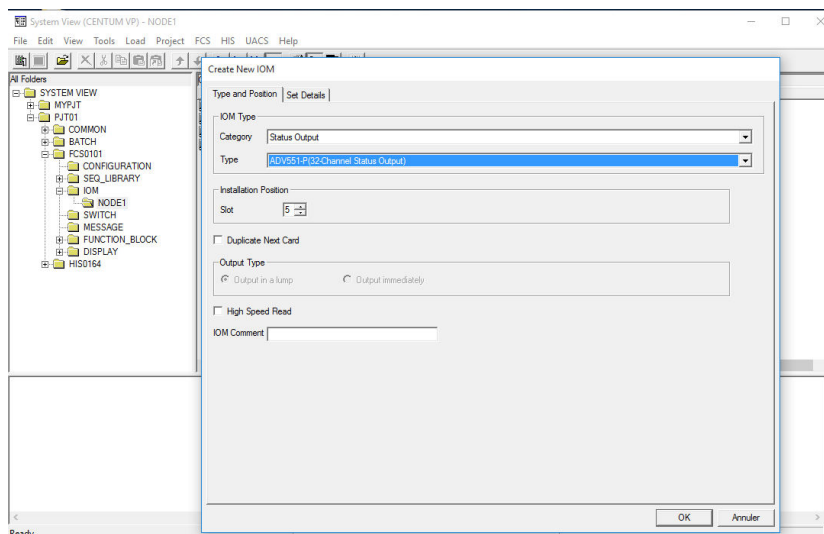


Figure IV.14 Création d'une carte de sortie logique

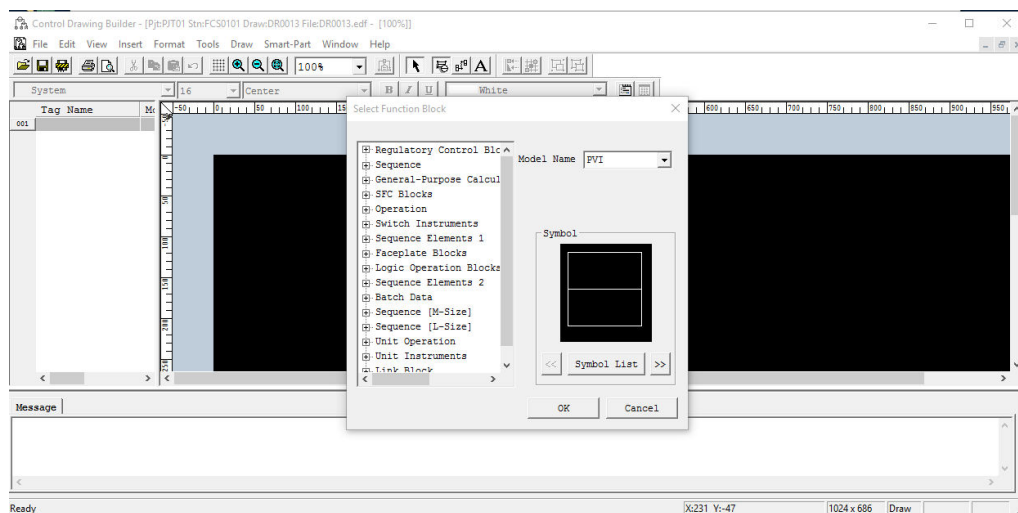


Figure IV.15 Création du bloc PVI

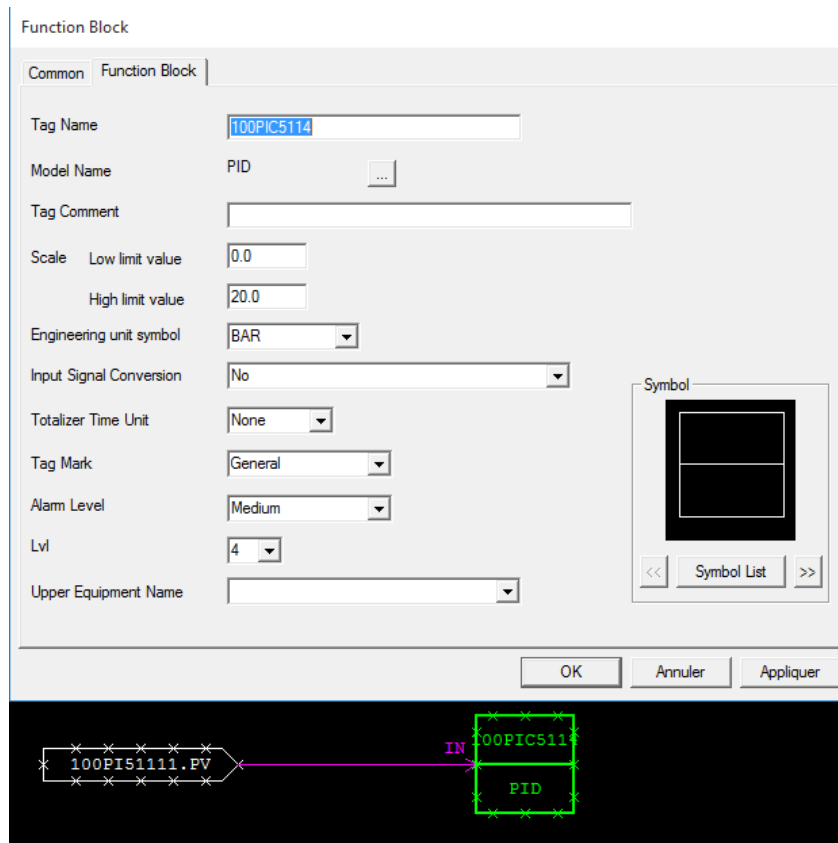


Figure IV.16 Configuration du bloc PID

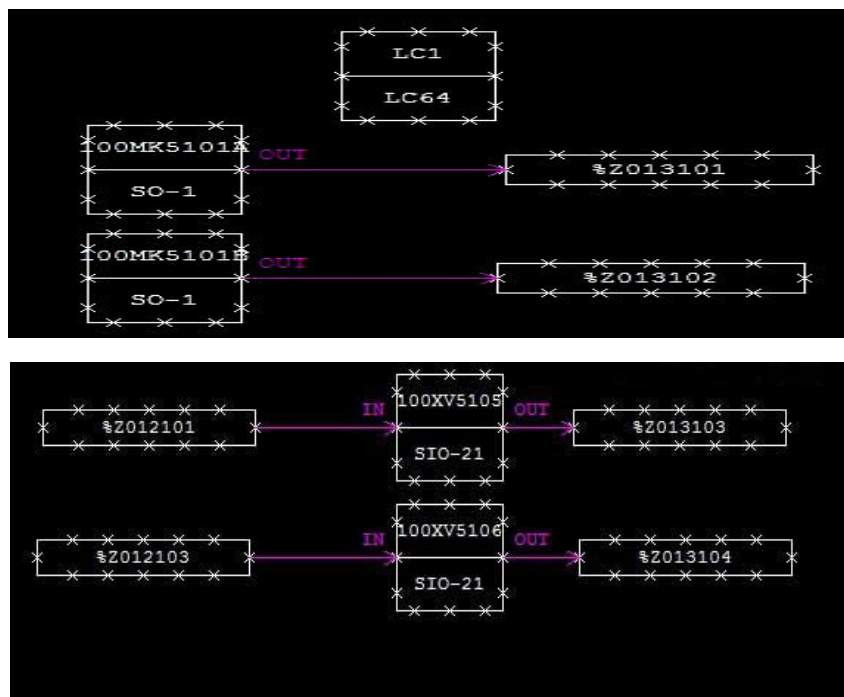


Figure IV.17 Création d'un bloc logique chart LC64

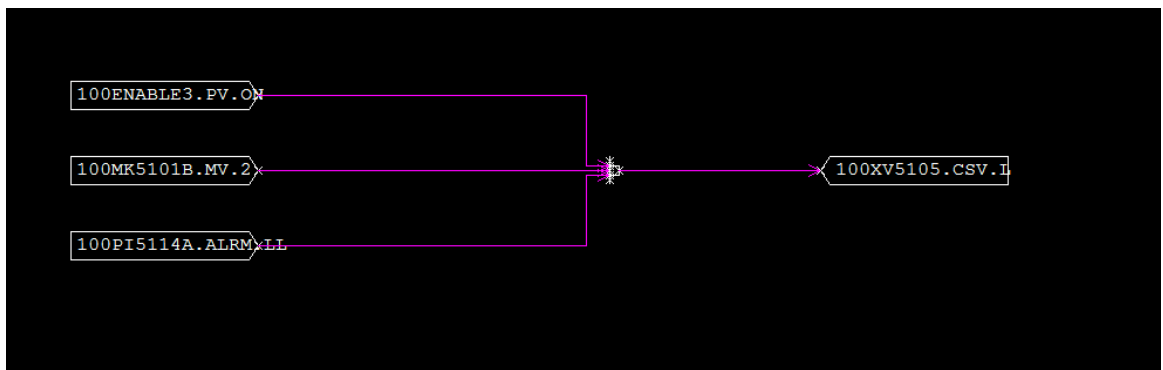
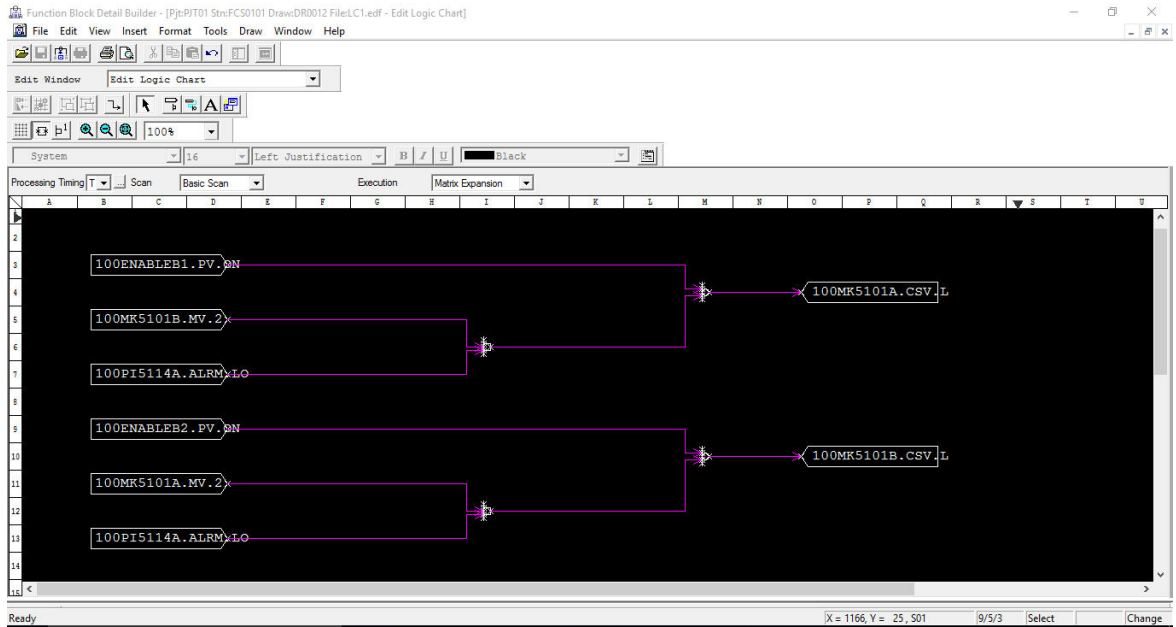


Figure IV.18 Configuration de LC64

No.	Tag name.Data item	Data	Comm	1	5	9	13	17	21	25	29	TIME
C01	100ENABLE3.PV	ON		Y								
C02	100ENABLE3.PV	OFF		.Y								
C03												
C04	TM01.BSTS	CTUP			.Y							
C05	100XV5105.MV	2			Y							
C06	100XV5105.MV	0				.Y						
A01	100XV5105.MODE	AUT		Y								
A02	100XV5105.MODE	MAN		.Y								
A03												
A04	TM01.MODE	AUT			Y							
A05	TM01.OP	START			Y							
A06												
A07	100PIC5114.MODE	AUT			.Y							
A08	100XV5106.MODE	AUT			Y	Y						
A09	100XV5106.CSV	0				Y						
A10	100XV5106.CSV	2				.Y						

Figure IV.19 Fenêtre d'édition d'une table de séquence ST16

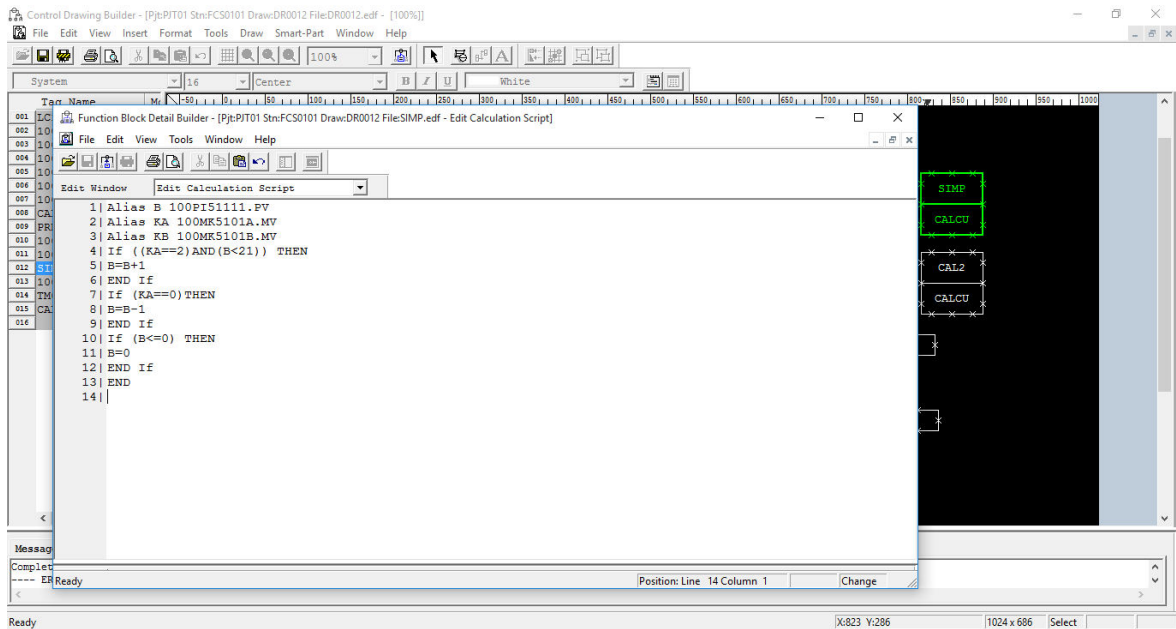


Figure IV.20 Création d'un bloc de calcul (Etape1)

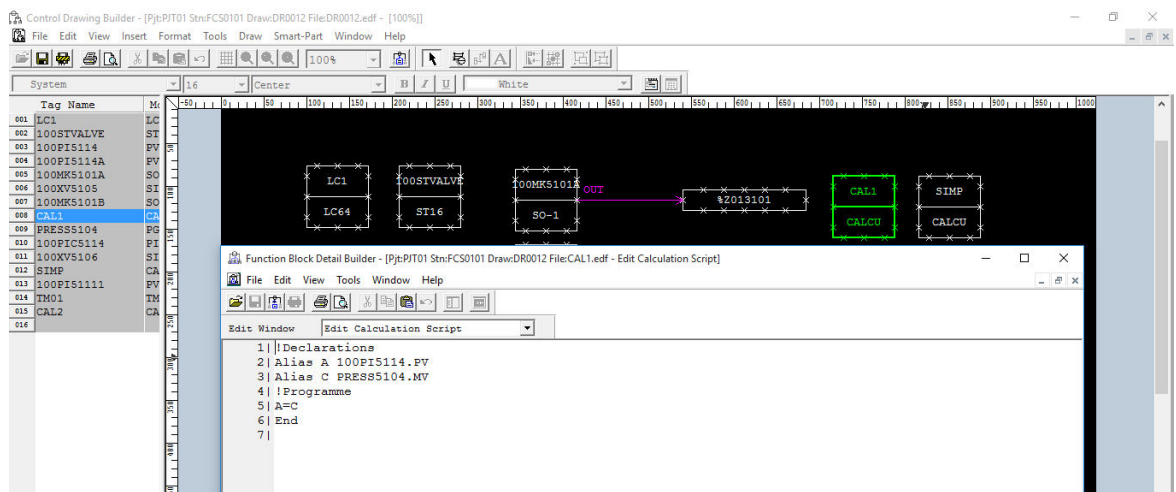


Figure IV.21 Création d'un bloc de calcul (Etape2)

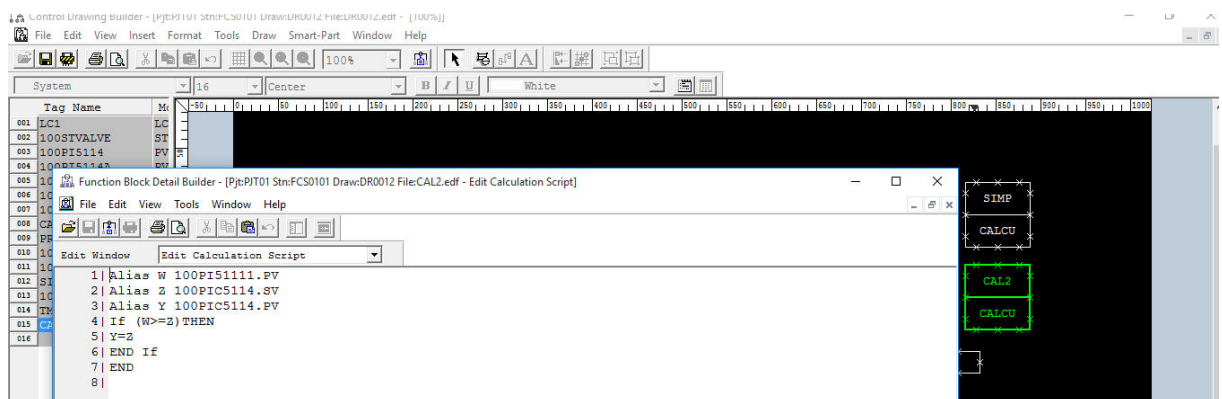


Figure IV.22 Création d'un bloc de calcul (Etape3)

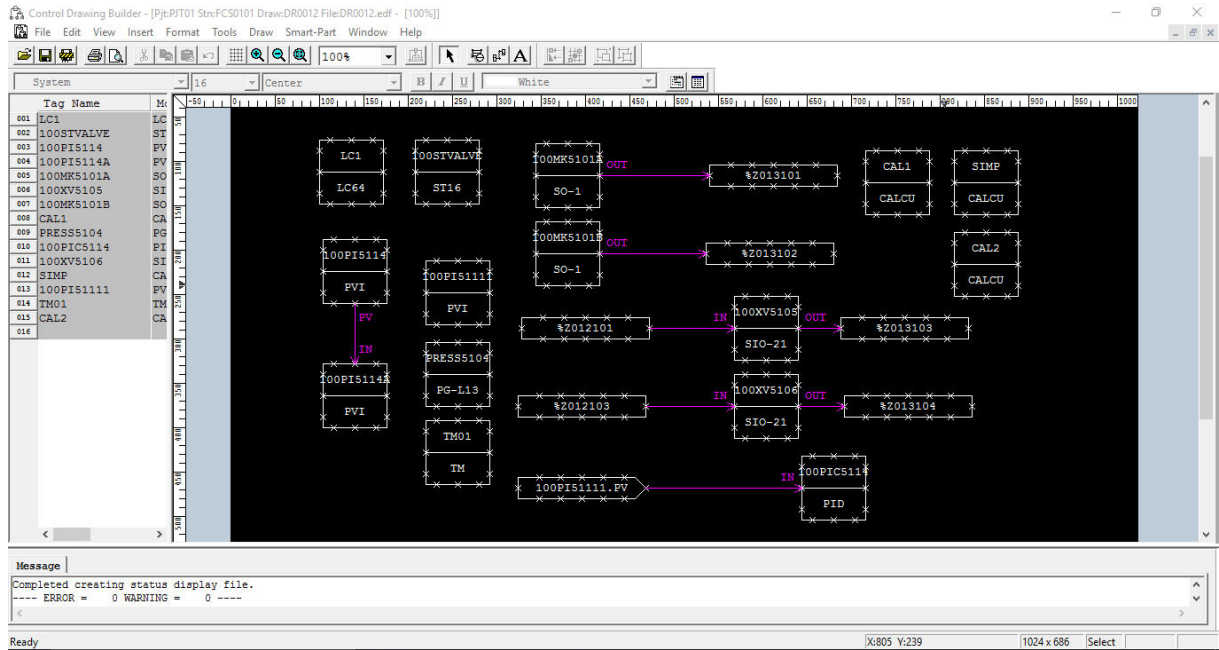


Figure IV.23 Acquisitions des données

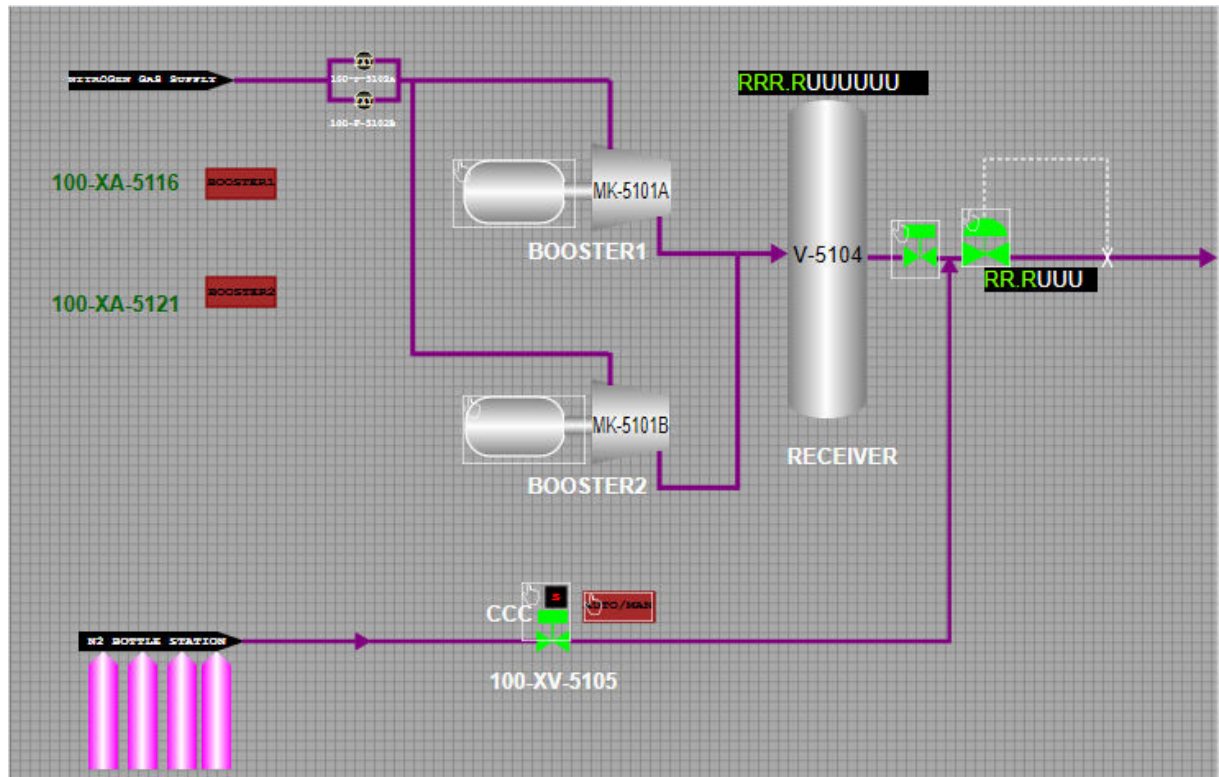


Figure IV.24 L'interface principale de notre simulation

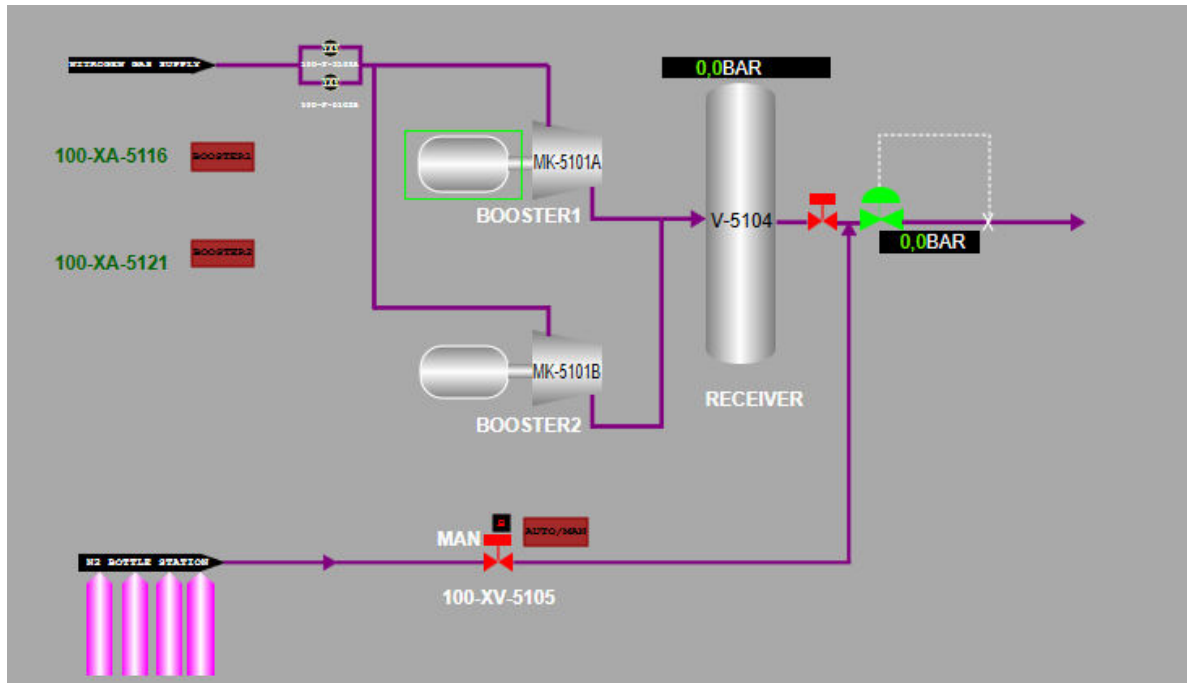


Figure IV.25 La simulation finale du système (Etape1)

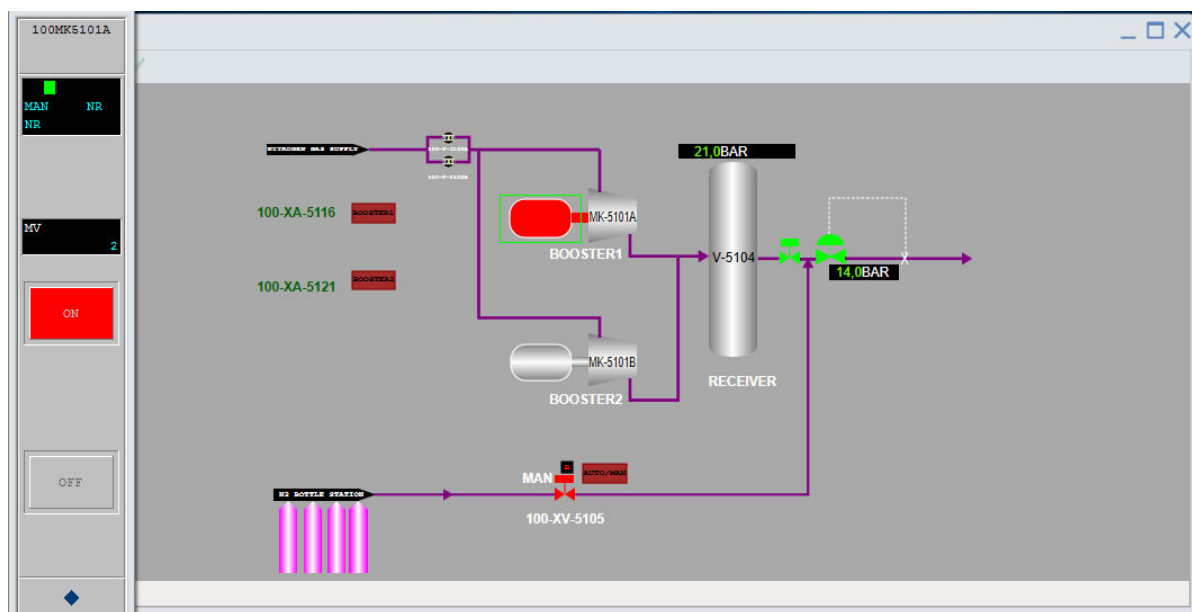


Figure IV.26 La simulation finale du système (Etape2)

IV.4. Conclusion

Le travail réalisé dans ce chapitre est l'implémentation sur DCS du nouveau système d'étanchéité du compresseur 100-TK-51.

Cette expérience nous a permis d'acquérir une certaine expérience à la réalisation et au suivi d'un nouveau projet ainsi qu'en programmation sur DCS. Elle a aussi renforcé et concrétisé nos connaissances théorique.

Conclusion générale

V. Conclusion Générale

Dans le secteur pétrolier et gazier, La réduction de coûts d'exploitation et de maintenance durant le cycle de vie d'un équipement est une question primordiale. A la tête de ces équipements stratégiques on retrouve les compresseurs. Ces derniers sont tenus d'avoir un rendement élevé, une grande fiabilité et une plage de fonctionnement plus large pour supporter des variations de charge importantes.

Par contre, les compresseurs centrifuges sont très sensibles aux variations des conditions de fonctionnement, ils ont une plage opérationnelle limitée et en cas de dépassement peuvent être endommagé.

L'étanchéité des compresseurs est l'un des critères les plus importants pour leurs préservations.

L'objectif de ce mémoire été l'implémentation sur DCS d'un nouveau système d'étanchéité à base de gaz sec (l'azote) qui assure l'étanchéité du compresseur 100-TK-51 et contribue à la préservation de sa garniture mécanique.

Mission qu'on a accompli avec succès en passant par l'inventaire de l'instrumentation nécessaire et les modules d'entrée/Sortie qui vont avec, et procédant par la suite à la programmation des fonctions logique nécessaire pour le fonctionnement de ce système d'étanchéité, et on a terminé avec la création de l'interface graphique qui permet de superviser le fonctionnement de ce système.

A la fin et pour des raisons de test on a eu recours à la simulation et des captures d'écran ont été insérés dans ce manuscrit.

De notre part et durant le stage pratique au sein du complexe RA1K et la réalisation de ce mémoire, on a beaucoup appris que ça soit sur les compresseurs ou leurs étanchéités ainsi que sur le système de contrôle DCS Yokogawa Centum VP.

Bibliographie

- [1]. Divers du mémoire d fin d'études
- [2]. RA1K AVL.A-299 R2, 08.02.2018
- [3]. Manuelle opératoire de l'unité 10
- [4]. 6648-0100-5-PS-OM-0001-0, Operating and Maintenance Manual, Rev.0
- [5]. Perrinpi in Air / Gaz - Compresseurs on 23 Octobre 2013 à 15:25
- [6]. <http://www.institut-numerique.org> - LES COMPRESSEURS A GAZ A BORD DES NAVIRES METHANIERES
- [7]. Anup Kumar Dey dans Mécanique, Principes de base de la conception de tuyauterie, Interface de tuyauterie, 15.10.2019
- [8]. Documentation SONATRACH, stage ingénierie, système DCS YOKOGAWA. Laghouat: Centre de formation Hassi R'mel.
- [9]. SAMAHIMokhtar, 'Système de contrôle distribué DCS' Mémoire de fin de formation, Hassi R'mel, 2007.
- [10]. CHEIKH Merouane, 'Télégestion dans l'industrie de l'eau par les technologies des web', Mémoire de Magister en Automatique, 2013.
- [11]. AYAB Ahmed, 'supervision et commande de l'unité de régénération glycol à base du DCS YOKOGAWA CS 3000'. Projet de fin de formation, SONATRACH Hassi R'mel, 2017.
- [12]. East delta electricity production company. Project: AISHABAB, "DCS technical proposal overview ", 23.12.2010
- [13]. Centum VP Technical Information, TI 33K01A12-50E, Release 5, 01.09.2011
- [14]. <http://www.yokogawa.com/dcs/centumvp/overview/dcs-vp-IOen.htm>
- [15]. <http://www.yokogawa.com/dcs/products/vnet-ip/dcs-vnetip-02-en.htm>
- [16]. SONATRACH. Manuel DCS CS3000, Field control Station Basics. Hassi R'mel: SONATRACH