

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES

Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie

Département automatisation des procédés industriels



Mémoire de Master

Présenté par

HADJAZ KHADIDJA

Filière : hydrocarbures

Option : commande automatique

Etude d'une installation et automatisation des vannes de sectionnement au niveau du compresseur BOG COOPER

Devant le jury :

Pr.	M.KIDDOUCHE	Président
Dr.	M.KHEBLI	Examineur
Dr.	M.HAMMADACHE	Examineur
Pr.	M.BOUMEDINE	Encadreur

Année Universitaire : 2021/2022

Je dédie ce travail

 *A MES TRÈS CHERS PARENTS*

En témoignage de ma profonde gratitude et de mon incontestable reconnaissance, pour tous les sacrifices qu'ils m'ont consent, toute la confiance qu'ils m'accordé et tout l'amour dont ils m'entourent.

 *A MON CHER FRÈRE BOUSSAD*

 *A MES TRÈS CHÈRES SOEURS : FARIDA , KAHINA, LAMIA, YASMINA.
ET LEURS MARI : BOUSSAD, HAKIME , MADJID, AZIZ*

J'É ne trouverais jamais assez de mots pour leurs exprimer mon amour , en leurs espérant le plein de succès

 *A MES PETITS ANGES : MALIK, AYMEN , NELIA*

 *A TOUTE LA FAMILLE HADJAZ*

 *A MES TRÈS CHERS AMI(E)S : KARIMA, TAFAT, TANINA, FATIHA,
DIKRA, FAYCALE, SIDALI , ABDOU et a tous mes collègues MASTER II.*

 *A la mémoire du défunt PROFESSEUR CHETATE mon enseignant du
département automatisaion qui nous a quitté cette année pour un monde meilleur.*

*Merci d'être là et de m'avoir aidé et encouragé de loin à réaliser ce travail.
Merci à tous pour les bons moments qu'on a passé tous ensemble.*

KHADIDJA





Remerciements

Tout d'abord, Alhamdoulilah, le tout puissant.

À cette occasion, Je tiens à témoigner ma reconnaissance à toute personne ayant aidé, de près ou de loin, à l'aboutissement de ce travail.

J'adresserai mon remerciement particuliers à monsieur BOUMEDINE professeur au niveau de la FHC de m'avoir encadré et aidé pour la réalisation de ce travail, sa disponibilité, ses remarques et ses conseils considérables. Pour leurs soutiens tout au long de ce travail.

J'adresserai mon remerciement particuliers à monsieur MEHDI BOUSSAID, ingénieur en instrumentation au niveau du complexe GP2Z D'ARZEW (SONATRACH DE ORAN) pour son encadrement durant mon stage de mise en situation professionnelle, ses encouragement, ses qualités, ses compétences et son sens du devoir m'ont énormément marqué et m'ont permis de surmonter les difficultés pendant la réalisation de ce mémoire

Je souhaite ensuite remercier les ingénieurs (techniques, instrumentation et service SNCC) pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail, pour ce supplément de motivation qu'ils m'ont apporté, et pour m'avoir fait bénéficier, chacun à leur manière, de leur expérience dans le domaine de la recherche.

Un grand merci à ma faculté des hydrocarbures et de la chimie en particuliers les enseignants du département automatisation dans lequel j'ai évolué, appris à devenir ce que je suis aujourd'hui et toute l'équipe administratives

Je tiens à remercier également tous les membres du jury, pour avoir accepté d'évaluer ce travail.



Résumé

Pour assurer la protection des compresseurs centrifuges de la section BOG au niveau du complexe GP2Z contre le phénomène de pompage après un déclenchement ou un arrêt volontaire, le fabricant a doté chaque compresseur dans son engineering par des vannes d'isolements type TOR au niveau de l'aspiration, du refoulement et de décharge vers torche.

Depuis l'installation et la mise en service de la section BOG, ces vannes n'ont pas été acquises par le complexe à ce jour. Durant cette période, les compresseurs ont subi des incidents liés à des phénomènes suscités, engendrant ainsi des dysfonctionnements d'ordre procès et mécanique au niveau de la section.

Le travail de ce projet consiste à étudier une installation des vannes de sectionnement au niveau de l'aspiration, refoulement et évent d'un compresseur au niveau de la section BOG ainsi que l'automatisation de ces vannes par automate siemens S7-400.

L'objectif de ce projet est de fournir des informations utiles et nécessaires concernant le choix et dimensionnement des vannes aussi la logique d'implémentation et programmation de ces vannes au niveau de l'automate S7-400 afin d'assurer la sécurité du compresseur COOPER.

Mots clé : section BOG, compresseur COOPER, vanne d'isolement, dimensionnement, siemens S7 400.

Summary

To ensure the protection of the centrifugal compressors of the BOG section at the GP2Z complex against the phenomenon of pumping after a trip or a voluntary stop, the manufacturer has equipped each compressor in its engineering with isolation valves type TOR at the level of suction, discharge and discharge to flare.

Since the installation and commissioning of the BOG section, these valves have not been acquired by the complex to date. During this period, the compressors have suffered incidents related to the phenomena mentioned above, thus generating process and mechanical malfunctions in the section.

The work of this project consists in studying an installation of the valves of sectioning at the level of the suction, discharge and vent of a compressor at the level of the section BOG as well as the automation of these valves by automaton Siemens S7-400.

The objective of this project is to provide useful and necessary information concerning the choice and dimensioning of the valves as well as the logic of implementation and programming of these valves at the level of the S7-400 automaton in order to ensure the safety of the COOPER compressor.

Key words : BOG section, COOPER compressor, isolation valve, sizing, Siemens S7 400.

Table des Matières

<i>Liste des abréviations</i>	
<i>Liste des tableaux</i>	
<i>Liste des figures</i>	
Préambule	
1. Situation géographique du complexe	
2. Historique du complexe	
Introduction Générale	1
Problématique	1
Solution.....	2
Développement de l'étude	2
Chapitre I : Présentation Générale Du Complexe GP2Z	
1.1. Description générale du complexe	3
1.1.1. Section de détente	3
1.1.2. Section de stockage tampon.....	3
1.1.3. Section de déshydratation.....	4
1.1.4. Section de séparation.....	4
1.1.5. Section de Réfrigération	5
1.1.6. Section BOIL-OFF (BOG)	5
1.1.7. Section Stockage	6
Chapitre II : Généralité Sur Les Types Des Compresseurs	
2 .1. Définition	9
2. 2.But de la compression	10
2.3.Type des compresseurs et classification	10
2.4. Compresseurs volumétriques	11
2.4.1. Compresseurs alternatifs	11
2.4.1.1. Compresseurs à piston	12
2.4.1.2. Compresseur à membrane	12
2.4.2. Compresseurs rotatifs volumétriques	13
2.4.2.1. Le compresseur à palet.....	14
2.4.2.2. Le compresseur à vis.....	14
2.4.2.3. Compresseur à lobes	14
2.5. Compresseurs dynamiques.....	15
2.6. Compresseurs axiaux	15
2.7. Compresseur centrifuge	16
2.8. Principe de fonctionnement d'un compresseur centrifuge	17
2.9. Utilisation des compresseurs centrifuges le domaine industrielle	19
2.10. Comparaison entre les différents types des compresseurs	20

2.11. Compresseur COOPER	20
2.11. 1.Principe De Fonctionnement	20
2.11. 2.Paramètres du compresseur COOPER E.....	21

Chapitre III : Instrumentation

3.1. Définition d'un capteur.....	25
3.2. Constitution d'un capteur	25
3.3. Transmission du signal de mesure.....	26
3.4. capteur de débit.....	27
3.4.1. Perte de charge	27
3.4.2. Régimes d'écoulement dans une canalisation	28
3.4.3. Nombre de Reynolds	28
3.4.4. Critères de choix des capteurs de débit	29
3.5. capteur de Température.....	30
3.5.1. Types des capteurs de la température	31
3.5.2. Caractéristiques des trois types du capteur de la température	32
3.5.3. Étapes de sélection d'un capteur de températures	33
3.5.4. Exigences en matière de conditionnement des signaux	34
3.6. Capteur de pression	34
3.6.1. Les différents types de capteur de pression	34
3.6.1.1. Capteur de pression absolue	35
3.6.1.2. Capteur de pression relative	36
3.6.1.3. Capteur de pression différentielle	36
3.6.2. Choix d'un capteur de pression	37

Chapitre IV : Choix et dimensionnement des vannes

4.1. Description de la vanne.....	38
4.2. Eléments d'une vanne	38
4.3. La vanne TOR	39
4.4. Utilisation De Vannes De Régulation En Tout Ou Rien	40
4.5. Fonctionnement D'une Électrovanne	40
4.6. Commande D'une Vanne Tout Ou Rien	41
4.6.1. Vérin à simple effet.....	41
4.6.2. Vérin à double effet	42
4.7. Comment choisir une vanne.....	42
4.8. Comment dimensionner une vanne	42
4.8.1. La pression.....	43
4.8.2. La température de service.....	43
4.8.3. La pression de service	43
4.8.4. Le débit du fluide et la vitesse d'écoulement	43
4.8.5. Le diamètre nominal (DN) du circuit au niveau de la vanne.....	43

4.8.6. Données Nécessaires Pour Le Dimensionnement D'une Vanne	43
4.8.6.1. Caractéristiques du fluide.....	43
4.8.6.2. Débits	44
4.8.6.3. Pression et perte de charge	44
4.8.6.4. Autres données	44
4.9. Les principaux types de vannes.....	44
4.9.1. Les cas d'utilisation d'une vanne papillon	44
4.9.2. Les cas d'utilisation d'une vanne à boisseau	45
4.9.3. Les cas d'utilisation d'une vanne à soupape ou à piston.....	46
4.9.4. Les cas d'utilisation d'une vanne à pointeau	47
4.9.5. Les cas d'utilisation d'une vanne à membrane	48
4.9.6. Les cas d'utilisation d'une vanne à guillotine	49
4.10. Dimensionnement Des Vannes De COOPER.....	50
4.10.1. Paramètres caractérisant une vanne.....	50
4.10.1.1. Pertes de charges dans une vanne.....	50
4.10.1.2. Coefficient de débit Cv	50
4.10.2. Calcul du Cv par rapport au guide ASCO	53
4.10.2.1. Vanne aspiration XV 173.Asp.....	53
4.10.2.2. Vanne refoulement XV 174.Ref.....	55
4.10.2.3. Vanne Event XV 172.ev.....	57
4.10.2.4. Calcul du Cv avec correction de température.....	57
4.10.3. Principales Normes, Directives Et Dispositifs Applicables Aux vannes	58
4.10.3.1. L'indice De Protection Ip Selon La Norme Nf C71000	58
4.10.3.2. ATEX.....	59
4.10.3.3. La Sécurité Feu	62
4.10.3.4. Dispositifs Antistatiques	62
4.10.3.5. Émissions Fugitives	63
4.10.4. Exigences générales	63
4.11. Fiche techniques des vannes	65
4.11.1. Fiche de spécification vanne d'isolation au niveau d'aspiration	65
4.11.2. Fiche de spécification vanne d'isolation au niveau du refoulement	66
4.11.3. Fiche de spécification vanne d'isolation au niveau de l'évent vers torche	67
Chapitre V :Analyse fonctionnel	
5.1. Description de la logique de contrôle	69
5.2. Matériel de système de contrôle	69
5.3. Contrôle de la pompe d'huile auxiliaire	70
5.3.1. Description de la pompe à l'huile	70
5.3.2. But de lubrification	70
5.3.3. Contrôle de la pompe d'huile.....	70

5.4. Contrôle des vannes d'isolation	71
5.5. Soupape d'échappement	71
5.6. Contrôle du moteur du ventilateur.....	71
5.7. Contrôle de moteur d'entrainement	71
5.7.1. Description de moteur d'entrainement.....	71
5.7.2. Contrôle du moteur	71
5.8. Opération des alarmes et des déclenchements	72
5.9. La protection de compresseur	73
5.9.1. Système d'isolation.....	73
5.9.2. Système d'anti pompage	74
5.9.2.1. Description du pompage	74
5.9.2.2. Les cause de pompage du compresseur	74
5.9.2.3.effet de pompage.....	74
5.9.2.4. prévenir le pompage.....	74
5.9.3. Régulation de système anti pompage (PCV 171)	75
5.9.3.1. Contrôleur ratio pression (PRIC 172)	75
5.9.3.2. Contrôleur CAP de pression (PIC 172)	75
5.9.3.3. Contrôleur de pression (PIC 165).....	75
5.9.3.4. Contrôleur sur débit (FIC 172)	76

Chapitre VI :Le choix d'un automate S7-400.....

6.1.les automates programmables industriels(API).....	77
6.2.l'architecture d'un automate programmable	78
6.3.le choix d'un autommate programmable	79
6.4. Description Du System Siemens S7-400	80
6.4.1.Description de l'Automate Siemens S7-400.....	80
6.4.2. Caractéristiques Automate Siemens S7-400.....	81
6.4.3. Modules de signaux (SM) Automate Siemens S7-400	82
6.4.4. Coupleurs (IM) Automate Siemens S7-400	82
6.4.5. Modules de fonction (FM) Automate Siemens S7-400.....	82
6.4.6. Modules de communication (CP) Automate Siemens S7-400	82
6.4.7. LED de signalisation Automate Siemens S7-400.....	83
6.4.8. Logement pour carte mémoire Automate Siemens S7-400.....	83
6.4.9. Sélecteur de mode	83
6.4.10. Interface MPI / DP	84
6.4.11. Interface DP	84
6.4.12. EXT-BATT.....	84
6.5. Description Du System Siemens S7-400 compresseur COOPER.....	84
6.5.1.Main PLC « Ancienne Salle De Contrôle »	84
6.5.2. Panneau Local « site ».....	85

Chapitre VII :Logique de commande et implémentation software ...	
7. 1. condition de demarrage du compresseur	86
7.1.1. Démarrage Du Compresseur.....	86
7.1.2. Séquences De Démarrage Du Moteur	87
7.1.3. Séquences De Démarrage De La Pompe D’huile	89
7.2. Logique D’implémentation Des Vannes.....	92
7.2.1. Ouverture/Fermeture Des Vannes.....	92
7.2.2. Activation Des Fins De Courses	93
7.2.3. Simulation Des Vannes Et Fins De Courses.....	96
7.2.3.1. Compresseur A L’état D’arrêt	96
7.2.3.2. Compresseur A L’état Démarré.....	96
7.2.3.3. Compresseur A L’état Démarré avec défaut de vannes.....	97
Conclusion générale	98
Bibliographie.....	
Annexe A : Abaques pour la détermination des coefficients Fsg et Ft.....	
Annexe B : Abaques pour la détermination des coefficients Fgm et Fgl	

Liste des abréviations

ABREVIATION	DESCRIPTION
GPL	Gaz Pétrole Liquéfié
DCS	Contrôle distribué du système (Distributed Control System)
BOG	Récupération des gaz vapeurs (Boil Off Gaz)
405	Échangeur De Chaleur
407	Ballon Séparateur
420	Sphères, Bac
425	Pompe
430	Compresseur
61	Zone de stockage
62	Zone de séparation
65	Zone d'entrée
API	Automate Programmable Industriel
C3c	Propane commercial
C4c	Butane commercial
PLC	Automate programmable Industriel (Programmable Logic Controller)
GP2Z	Complexe 2 de séparation de gaz pétrole d'arzew
ESD	Emergency Shut down
P&ID	Process and Instrument Diagram
PC	Personnel computer
SIL	Système intégrité LEVEL
DI	Carte entrée numérique (Digital Input)
DO	Carte sortie numérique (Digital Output)
TMR	Triplée modulaire redondant
UR	Universal rack
ER	Extension rack

MRES	Module RESet
FCV	Flow control valve
PCV	Pression control valve
PT	Transmetteur de pression
Fgm,Fgl	Coefficient de debit
Fsg	Coefficient densité de gaz

Liste des tableaux

Tableau 2.1 : Utilisation des compresseurs centrifuges	19
Tableau 2.2: Comparaison entre les différents types des compresseurs	20
Tableau 2.3: fiche technique du compresseur	21
Tableau 2.4: liste instrumentation avec Seuils d'alarmes & déclenchements	22
Tableau 3.1 :type de signal.....	26
Tableau 3.2:liste des principeaux elements pour le choix de capteur de débit	29
Tableau 3.3:avantages et inconvénients des types de capteur de temperatures	31
Tableau 3.4 :comparaison des types de capteur de temperature.....	32

Liste des figures

Figure 1 : Localisation du complexe GP2/Z dans la zone industrielle d'Arzew	7
Figure 1.1 : Schémas de synoptique du complexe GP2Z.....	7
Figure 1.2 : Schémas de procédé BOG.....	8
Figure 2.1 : Classification des Compresseurs.....	11
Figure 2.2 : Différents types des compresseurs volumétriques	11
Figure 2.3 : Compresseurs alternatifs	12
Figure 2.4 : Les compresseurs rotatifs	13
Figure 2.5: Principe de fonctionnement du compresseur à lobes	14
Figure 2.6 : Les compresseurs dynamiques.....	15
Figure 2.7 : Compresseur dynamique axial.....	16
Figure 2.8 : Compresseur dynamique centrifuge.....	16
Figure 2.9: Parcours du gaz à l'entrée du compresseur brides d'aspiration.....	18
Figure 2.10: Parcours du gaz au niveau de l'impulser	18
Figure 2.11 : volute de refoulement	19
Figure 3.1:representation d'un capteur	25
Figure 3.2. :constitution d'un capteur.....	25
Figure 3.3. :type d'écoulement d'un fluide	29
Figure 3.4. :capteur de pression de la marque VEGA	36
Figure 3.5:capteur de pression relative de la marque IFM.....	36
Figure 3.6. : capteur de pression différentielle de marque OMEGA.....	37
Figure 3.7. : capteur de pression membrane affleurant de la marque Honeywell	37
Figure 4.1 : représentation éléments d'une vanne	38
Figure 4.2 : représentation des états de l'électrovanne	41
Figure 4.3 : représentation d'un vérin a simple effet.....	41
Figure 4.5 : représentation d'un vérin a double effet.....	42
Figure 4.6 : vanne à papillon	44
Figure 4.7 : vanne à boisseau	45
Figure 4.8: vanne à soupape	46
Figure 4.9 : vanne à pointeau	47
Figure 4.10: vanne à membrane.....	48
Figure 4.11 : Vanne à guillotine	49
Figure 4.12: abaque détermination des coefficients fgm et fgl pour vanne aspiration	54
Figure 4.13: abaque détermination du coefficient fsg pour vanne aspiration	54
Figure 4.14 : abaque détermination des coefficients fgm et fgl pour vanne refoulement.....	56
Figure 4.15: abaque détermination du coefficient ft.....	57
Figure 4.16 : détermination de l'indice IP.....	59
Figure 4.17 : détermination du code Atex.....	62
Figure 6.1. : l'automate programmable industriel.....	77
Figure 6.2 : l'architecture d'un automate programmable	79
Figure 6.3: Automate siemens S7-400.....	80
Figure 6.4 : modules de l'automate S7-400	81
Figure 6.5 :module de communication	83

Préambule

Le complexe GP2Z est l'un parmi les complexes installés au niveau de la zone industrielle d'Arzew, son rôle est la séparation et liquéfaction des GPL

1. Situation géographique du complexe

Le complexe se situe à Arzew sur une superficie de 29 hectares, il est implanté sur le plateau de l'ancienne plage « les Ablettes » entre GL4-Z (ex la Camel) au nord/ouest et FERTIAL (Ammoniac) au sud/est. Il est situé à environ 1 Kilomètres de la ville d'Arzew. **Figure 1**

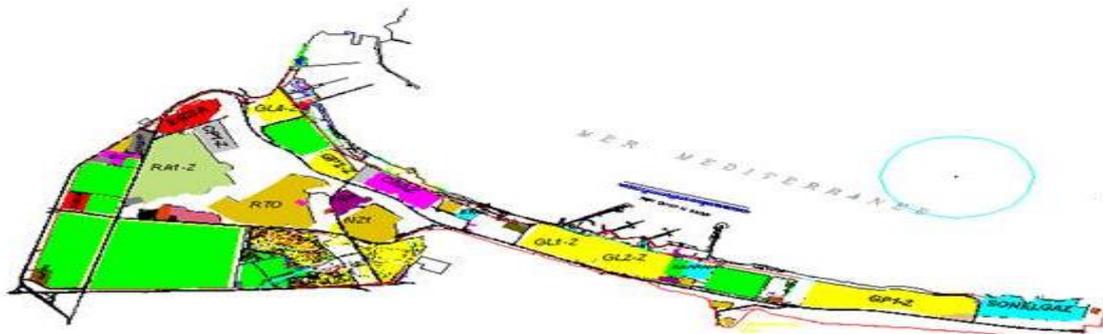


Figure 1 : Localisation du complexe GP2/Z dans la zone industrielle d'Arzew

Localisation : ARZEW

Superficie : 29 hectares

Effectifs : 436 agents

Objectif : 1.8 Millions t/an de GPL

Produit : -Propane commercial
- Butane commercial

Procédé Utilisé : Distillation sous pression

Nombre de Trains : 2 trains (semi-modulaires)

Date de mise en production : 19/03/1973

Source d'approvisionnement :

Gaz en provenance des champs gaziers et pétroliers de HassiR'Mel et Hassi Messaoud

Capacité de production totale : 1.400.000 tonnes par an

Capacité totale de stockage : - Un bac de 70.000 m³ pour le butane réfrigéré

- Un bac de 70.000 m³ pour le propane réfrigéré.

- Deux sphères de 1220 m³ chacune, pour le stockage du butane ambiant

- Deux sphères de 1220 m³ chacune, pour le GPL.

2. Historique du complexe

Le complexe GP2Z a été construit durant les années 70 par la société Anglaise CJB (Company John Brown), il avait pour mission de produire du GPL après la séparation des condensât, d'une capacité de 4MT/an de mélange.

En 1984, lors de la mise en service du complexe GP1Z, et la séparation des condensât au sud, le complexe GP2Z a été arrêté par manque des charges et en raison de sécurité.

En 1990, le complexe a redémarré après suite aux modifications établies sur le procédé pour atteindre une capacité de 0.6MT/an.

En 1996, le complexe a été rénové afin d'augmenter sa capacité jusqu'à 1.2MT/an en modifiant les deux splitters de condensât en colonnes de séparation GPL, et une rénovation de plusieurs équipements ainsi la substitution du système de contrôle classique par le DCS.

En 2007, un projet de sécurisation et fiabilisation du complexe est réalisé par la société japonaise

Introduction Générale

L'énergie occupe une place prépondérante dans la vie de l'être humain. Les sciences et les progrès techniques ont permis à l'homme de découvrir de nouvelles ressources énergétiques, à savoir tous les produits à vocation énergétique dont le gaz de pétrole liquéfié (GPL) qui est capable de répondre à l'accroissement des besoins en énergie dans le monde du fait de ses multiples utilisations et de son caractère d'énergie propre.

Le GPL est un mélange d'hydrocarbures légers composés essentiellement de butane (C_4H_{10}) et de propane (C_3H_8) stocké à l'état liquide. Le GPL est à l'état gazeux aux conditions normales de température et de pression. Son fractionnement permet la production de ses constituants (C_3 et C_4) qui sont écoulés, pour partie dans le marché national et, pour la plus grosse partie, commercialisé vers les pays industrialisés sous forme de produits réfrigérés.

L'Algérie dans sa stratégie de valorisation de ses ressources en hydrocarbures, par le biais de la société nationale SONATRACH a mis en place un important plan de développement actuellement en cours d'extension. Parmi les critères de ce plan, il y a ceux qui touchent ses sources en GPL, puisque la demande en ce produit s'accroît rapidement à l'échelle nationale et internationale, et que sa commercialisation est de plus en plus poussée vers la perfection.

L'Algérie dispose de deux complexes de traitement de GPL situés tous les deux dans la zone industrielle d'Arzew : le GP1/Z et le GP2/Z. Ce dernier constitue une importante unité de séparation de GPL produisant du propane et du butane. Il contribue de manière significative, et cela depuis plusieurs années déjà, à l'essor économique du pays.

❖ Problématique

Néanmoins, l'exploitation de ses unités est soumise à des dysfonctionnements dus soit au vieillissement des équipements soit à la dérive de certains paramètres d'exploitation. Or, prévenir les paramètres opératoires d'un procédé industriel, en marche normale ou lors d'une modification voulue ou d'un incident imprévu, constitue un phénomène courant en matière d'exploitation pour éviter toute anomalie de fonctionnement qui peut parasiter les paramètres design.

Au cours de mon stage pratique au niveau de complexe GP2Z j'ai constaté que le compresseur COOPER a subi des incidents lié à des phénomènes suscités, engendrant ainsi des dysfonctionnements d'ordre process et mécanique au niveau de la section BOG.

❖ **Solution**

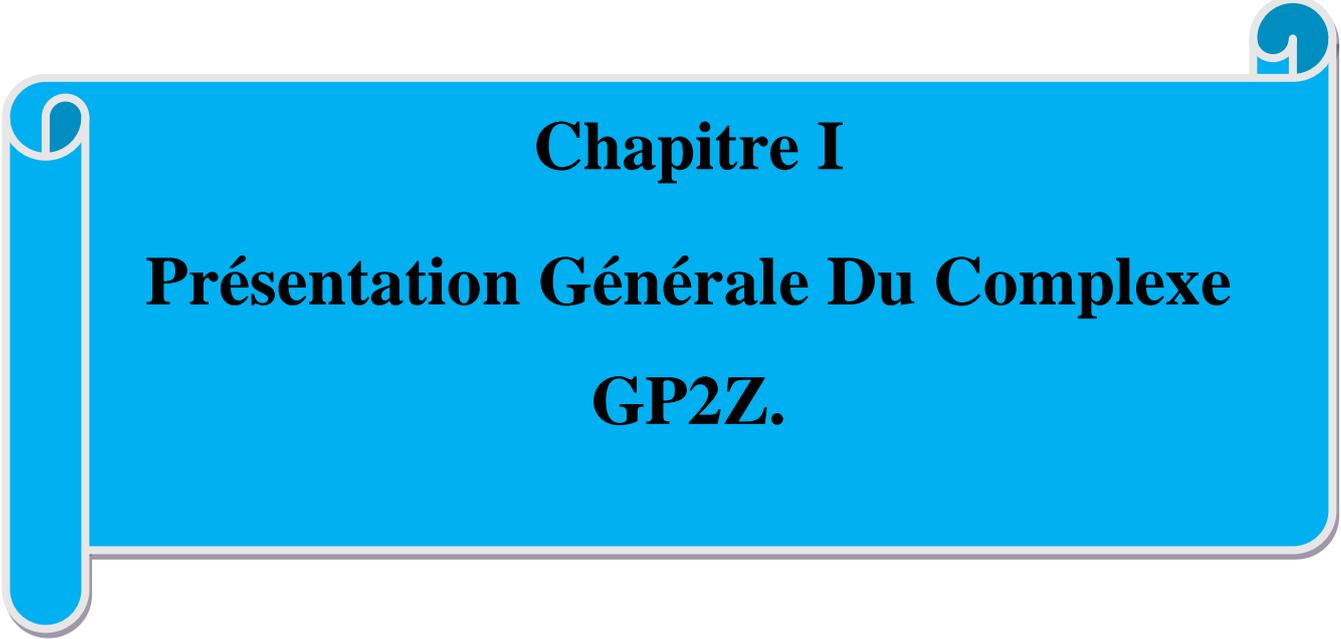
Mon travail consiste de faire :

- une étude pour assurer la protection des compresseurs centrifuges COOPER de la section BOG après un déclenchement ou un arrêt volontaire, de récence des informations utiles et nécessaires concernant les aléas de fonctionnent de cet équipement .
- dans le cadre des études d'engineering il y a lieu de présenter un cahier de charge pour le choix et dimensionnement des vannes.
- dans le cadre de la commande anti pompage on va développer la logique d'implémentation et programmation de ces vannes automatique finalement dans l'aspect Hardware il sera présenté la motivation du choix de l'API au niveau de l'automate S7-400 afin d'assurer la sécurité du compresseur COOPER.

❖ **Développement de l'étude**

Le plan de développement de cette étude est réalisé comme suit :

- ✚ Chapitre I : Présentation Générale Du Complexe GP2Z.
- ✚ Chapitre II : Généralité Sur Les Types Des Compresseurs.
- ✚ Chapitre III : Instrumentation.
- ✚ Chapitre IV : Choix et dimensionnement des vannes.
- ✚ Chapitre V : Analyse fonctionnel.
- ✚ Chapitre VI : Choix de l'automate S7-400.
- ✚ Chapitre VII : Logique de commande et implémentation Software.
- ✚ Conclusion .



Chapitre I
Présentation Générale Du Complexe
GP2Z.

1.1. Description générale du complexe[1]

La charge GPL provient de RTO est composée en grande partie de propane (C₃) et de butane (C₄), et d'un faible taux de méthane (C₁), éthane (C₂) et de pentane (C₅). La charge passe par la section de la détente et dégazage afin d'éliminer les gaz les plus légers. Le GPL va être stocké dans les deux sphères de stockage de GPL, à la sortie des sphères le GPL est envoyé vers les deux splitters (A&B) via la section de déshydratation par les pompes de charge, le butane est récupéré en fond de la colonne et le propane en tête de la colonne.

Le butane passe par le rebouilleur pour être chauffé par l'huile venu des fours C&D, la partie vapeur obtenue de butane retourne vers la colonne pour y maintenir la chauffe au fond de la colonne, la partie liquide du butane sert à préchauffer la charge de GPL puis elle est envoyée vers la section réfrigération, où elle est refroidie en deux stades (HP, MP). Le propane obtenu en tête de la colonne est utilisé en partie comme reflux vers la colonne, l'autre partie est envoyée vers la section de réfrigération où elle est refroidie en trois stades (HP, MP, BP).

Le stockage des produits finis, le propane commercial C_{3c} et le butane commercial C_{4c}, se fait respectivement dans les deux bacs 420/6104 et 420/6105, pour le butane ambiant C_{4ambiant} le stockage se fait dans les deux sphères (420/6205 E/F). Fig.1.1.

1.1.1. Section de détente [1]

Le GPL venant de RTO à une composition moyenne de 60% de propane et de 40% de butane, avec des traces de méthane, éthane, pentane et des traces d'eau, arrive au GP2Z à une pression de 20bars environ, passe à travers les filtres 440/6502A&B et le dégazeur 410/6502 pour éliminer l'eau, les hydrocarbures légers et les gaz légers qu'il contient.

1.1.2. Section de stockage tampon[1]

Cette section a une fonction de réservoir de GPL venant de la section de détente d'une pression de 8 à 9.8 Kg/cm², et le stocké dans les deux sphères 420/6105A/G, chaque sphère à une capacité de 1220 m³, ces sphères assurent une marche de sécurité du complexe d'environ 6.3 heures dans le cas d'un problème sur le pipe de RTO. Le GPL est stocké à une température ambiante et d'une pression de 8bars.

Les pompes 425/6205 B/C/G sont conçues pour refouler du GPL vers la section de déshydratation.

La section de stockage tampon contient les équipements suivants :

- Sphères de stockage GPL : 420/6105 A & G.

- Pompes de charge : 425/6205 B/C/G.

1.1.3. Section de déshydratation[1]

Cette unité a été conçue pour sécher le GPL, la déshydratation a pour but d'éliminer l'eau libre et l'eau dissoute et ce afin d'éviter la formation d'hydrates au niveau des équipements en aval. En effet, le procédé va nécessiter l'abaissement de la température en dessous de 0°C, ce qui s'exclue toute présence d'eau dans les installations.

Le GPL aspiré par les pompes de charge acheminé vers le coalescer 440/6203 pour séparer l'eau libre de GPL par gravité, le GPL va vers les adsorbés 440/6202 A/B qui contiennent un lit de tamis moléculaires qui est utilisés pour le séchage et la purification du GPL.

Le principe de déshydratation se fait par attraction sur certaines molécules et rejet des molécules plus larges (GPL). Lors du passage de la charge GPL à travers le lit de tamis moléculaire l'eau est adsorbée et enlevé par la chaleur durant le cycle de régénération. Les deux adsorbés 440/6202 A/B fonctionnent en parallèle de sorte qu'à tout moment l'un est en fonctionnement tandis que l'autre est en régénération ou en stand-by.

L'unité de déshydratation est composée de :

- Un coalescer d'alimentation 440/6203.
- Deux sécheurs (adsorbés) 440/6202 A/B.
- Deux filtres de GPL 440/6205 A/B.
- Un préchauffeur des gaz de régénération 405/6003.
- Un aérocondenseur des gaz de régénération 405/6229.
- Un séparateur des gaz de régénération 410/6214.

1.1.4. Section de séparation[1]

L'unité de séparation a été conçue pour séparer le mélange de charge GPL en propane commercial et en butane commercial, elle est constituée de deux semi trains identiques.

Le GPL en sortie de l'unité de déshydratation acheminé vers la section de séparation à une pression environ de 21bars et un débit de 88Kg/hr (pour chaque train), passe par le préchauffeur 405/6201 afin d'arriver à la colonne. Le propane commercial extrait de la tête de colonne est condensé en totalité au niveau des aérocondenseurs 405/6202, et acheminé vers le

ballon de reflux 410/6201, une partie sera aspirée par l'une des pompes de reflux 425/6202 A/B et réintroduite comme reflux en tête de colonne, l'autre partie va s'écouler vers la section de réfrigération. Le butane (le liquide du fond de colonne) pénètre dans le rebouilleur 405/6224 où il se vaporise partiellement, la partie vaporisée retourne vers la colonne comme reflux vapeur, alors que l'autre partie du butane passe par le préchauffeur 405/6201 afin de l'acheminée vers la réfrigération.

La section de séparation contient les équipements suivants :

- Colonnes de séparation 407/6201 A/B.
- Préchauffeurs de la charge 405/6201A/B.
- Batteries d'aérocondenseurs 405/6002 A/B, 405/6204 A/B.
- Ballons de reflux 410/6201 A/B.
- Pompes de reflux 425/6202 A/B/C/D.
- Rebouilleurs 405/6224 A/B.

1.1.5. Section de Réfrigération[1]

La section de réfrigération a pour but de refroidir les produits propane et butane commerciaux, aux températures de stockage -45°C et -15°C respectivement pour le propane et le butane.

Le système de réfrigération est un système par cascade qui utilise du propane pur comme fluide caloporteur. Le butane commercial est réfrigéré dans deux stades, un stade HP à travers le Schiller 405/6210 de 10°C à 5°C , et un stade MP au niveau de Schiller 405/6212 à une température de -15°C .

Le propane commercial est réfrigéré en trois stades, stade HP au niveau de Schiller 405/6205 de 10°C à 5°C , un stade MP au niveau de Schiller 405/6206 à une température de -15°C , et un stade BP à travers le Schiller 405/6207 où le propane sort à une température de -32°C afin de l'expédie vers le bac 420/6104 par l'une des pompes 425/6201A/B.

1.1.6. Section BOIL-OFF (BOG) [1]

La section BOIL-OFF gaz pour objet de récupérer les vapeurs de propane et de butane commerciaux produites dans leurs bacs de stockage respectifs. Les vapeurs sont récupérées des bacs par des compresseurs Cooper, condensées dans des aérocondenseurs, récupérées dans des ballons puis retournées vers leurs bacs respectifs. . Fig1.2.

Cette section contient six compresseurs, deux compresseurs à vice (Howden) 430/6102C & D pour la boucle, deux compresseurs centrifuge (Cooper) 430/6101E & D pour propane et deux compresseurs à vice 430/6102A/B pour butane, contrôlés par des automates programmables de type Allen Bradley, Siemens S7 et Siemens S5 respectivement. Fig1.2.

1.1.7. Section Stockage

La section de stockage contient deux bacs d'une capacité de 70000 m³ pour chacun, l'un pour stocker le propane commercial c'est le bac 420/6104, et l'autre pour le stockage de butane commercial c'est le bac 420/6105. Deux sphères 420/6105 E/F pour le stockage de butane ambiant.

Schéma de procédé BOG

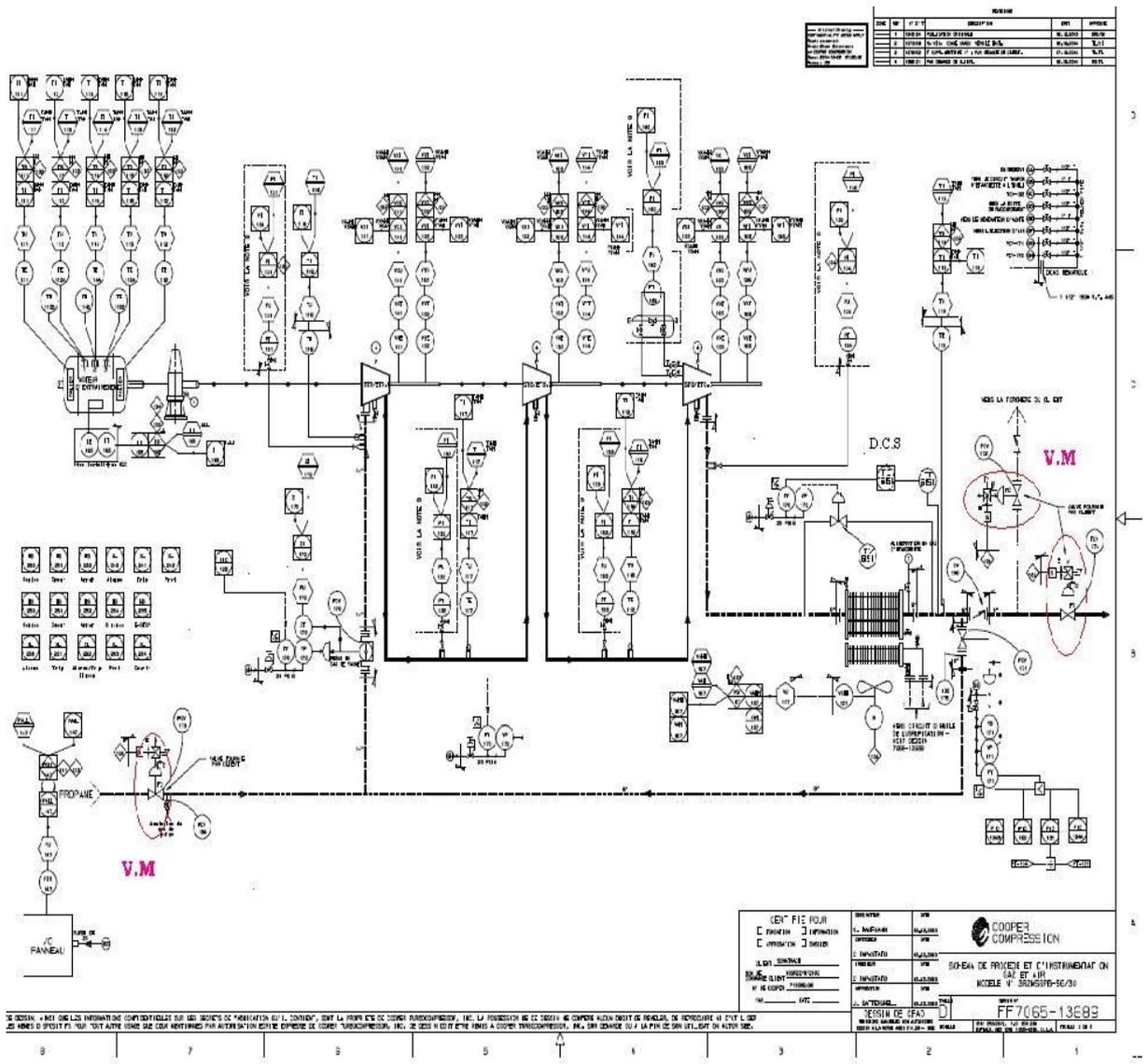


Figure 1.2: Schéma de procédé BOG

❖ **Légende**

V.M. : Vannes manquantes (non installées) en perspective de les installées afin d'améliorer la conduite automatique du compresseur.



Chapitre II

Généralité Sur Les Types Des Compresseurs

2.1. Définition [3]

Un compresseur est une machine qui a pour fonction d'élever la pression du fluide compressible qui le traverse son nom traduit le fait que le fluide comprime (son volume diminue) au fur et à mesure de l'augmentation de pression.

Les gaz étant des fluides compressibles nécessitent des compresseurs, alors que les liquides incompressibles nécessitent des pompes pour des taux de compression très faibles, les gaz peuvent être considérés comme incompressibles on utilise alors ce qu'on appelle des soufflantes ou des ventilateurs.

L'élévation de pression d'un gaz par un compresseur est utilisée pour :

- Atteindre un niveau de pression déterminé par des processus tel que :

- Les réactions chimiques nécessitant pression, la température du catalyseur (fonction appoint)
- Le stockage dans des cavités;
- La liquéfaction ou la séparation;
- Les cycles de réfrigération;
- L'alimentation d'un réseau d'air comprimé (transmission d'énergie).

- Compenser les pertes de charges liées à la circulation d'un débit gazeux dans un réseau comme par exemple pour:

- Des réactions chimiques incomplètes nécessitant le recyclage des gaz non transformés (fonction recycle) ;
- Le transport de gaz dans une canalisation.

L'équation fondamentale

$$P v = r t e \dots\dots\dots(2.1)$$

r: la grandeur qui conserve une valeur fixe pour un gaz parfait donné (constante spécifique du gaz) tandis que pour un fluide gazeux non assimilable à un gaz parfait elle varie avec les grandeurs P et T.

P: la pression absolue [N/m²].

V: le volume massique [m cube/Kg].

T: la température absolue [K].

La relation (2.1) montre immédiatement que pour augmenter la pression d'un gaz ; on peut agir soit sur sa température, soit sur son volume spécifique, soit encore sur les deux grandeurs à la fois.

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).

2.2. But de la compression[3]

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 (de 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 ;
- Récupérer du gaz (unités de G.N.L ou autres).

2.3. Type des compresseurs et classification [3]

Les compresseurs peuvent être classés selon plusieurs caractéristiques Selon :

- le principe de fonctionnement (volumétrique, dynamique)
- mouvement des pièces mobiles (mouvement linéaire, rotatif)
- les compresseurs d'air
- les compresseurs des gaz

On général il existe deux grandes familles de compresseur, les compresseurs volumétriques et les compresseurs dynamiques(Fig2.1), 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. Fig.2.1.

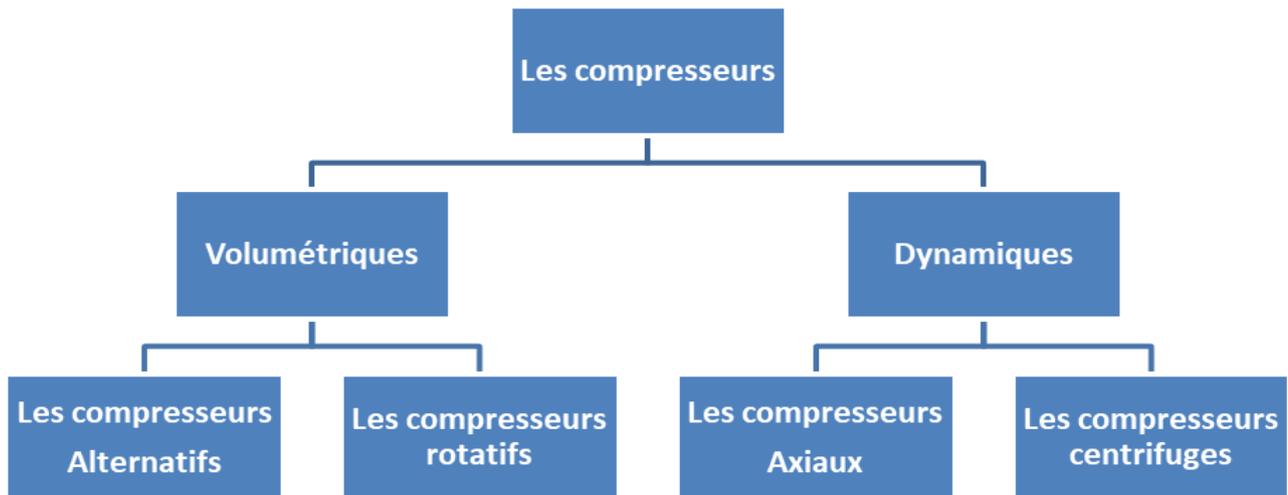


Figure 2.1: Classification des Compresseurs

2.4. Compresseurs volumétriques [3]

On divise cette famille en deux catégories : Fig.2.2.

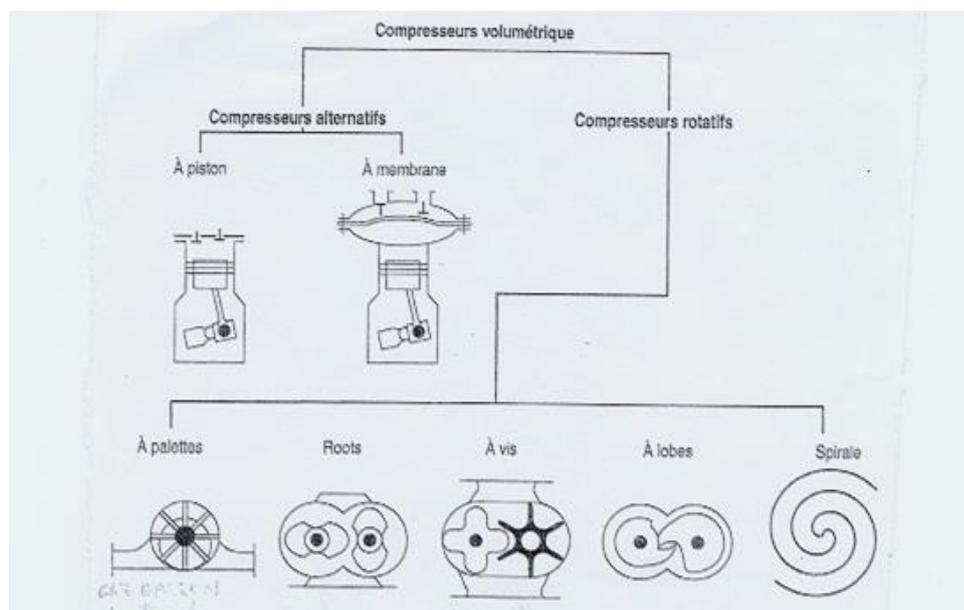


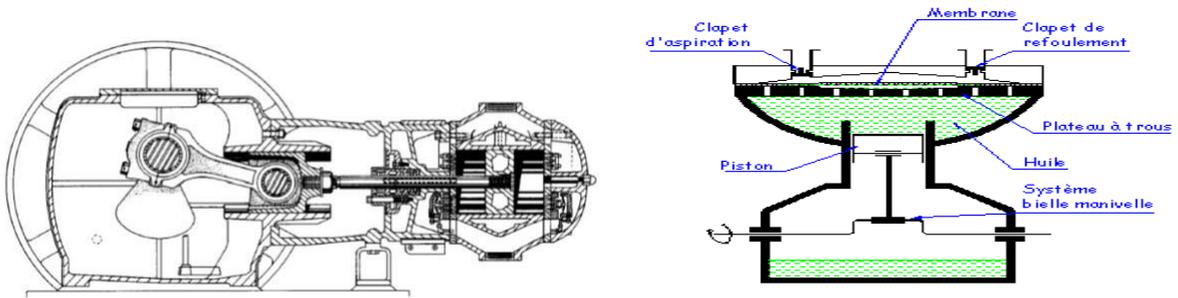
Figure 2.2 : Différents types des compresseurs volumétriques

2.4.1. Compresseurs alternatifs[3]

Le gaz est introduit dans espace limité par des parois métallique (cylindre et piston) .L'espace à disposition du gaz est réduit (le piston avance) et par conséquent la pression augmente, quand la pression est parallèle à celle du circuit de haute pression le gaz est refoulé. On distingue deux types : Fig.2.3

1. Compresseur à piston : (Système bielle manivelle ; Système à barillet)

2. Compresseur à membrane



Compresseur à piston

Compresseur à membrane

Figure 2.3 : Compresseurs alternatifs

2.4.1.1. Compresseurs à piston[3]

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,...).

2.4.1.2. Compresseur à membrane[3]

C'est la déformation élastique d'une membrane qui assure l'aspiration et la compression du gaz. Un système hydraulique permet d'assurer la flexion de la membrane : un piston se déplace dans le cylindre et agit sur le fluide hydraulique qui transmettra son mouvement oscillatoire à la membrane.

Le rôle du plateau à trous est d'assurer une bonne répartition du fluide sous la membrane. Celle-ci est souvent constituée de trois disques métalliques : ce système a l'avantage de permettre la détection de la rupture de la membrane par une mesure de pression.

La membrane assure une étanchéité statique côté gaz procédé. De ce fait, les compresseurs à membrane sont utilisés pour des gaz dangereux, nocifs et corrosifs.

La membrane permet également de réaliser l'étanchéité vis à vis de la partie mécanique.

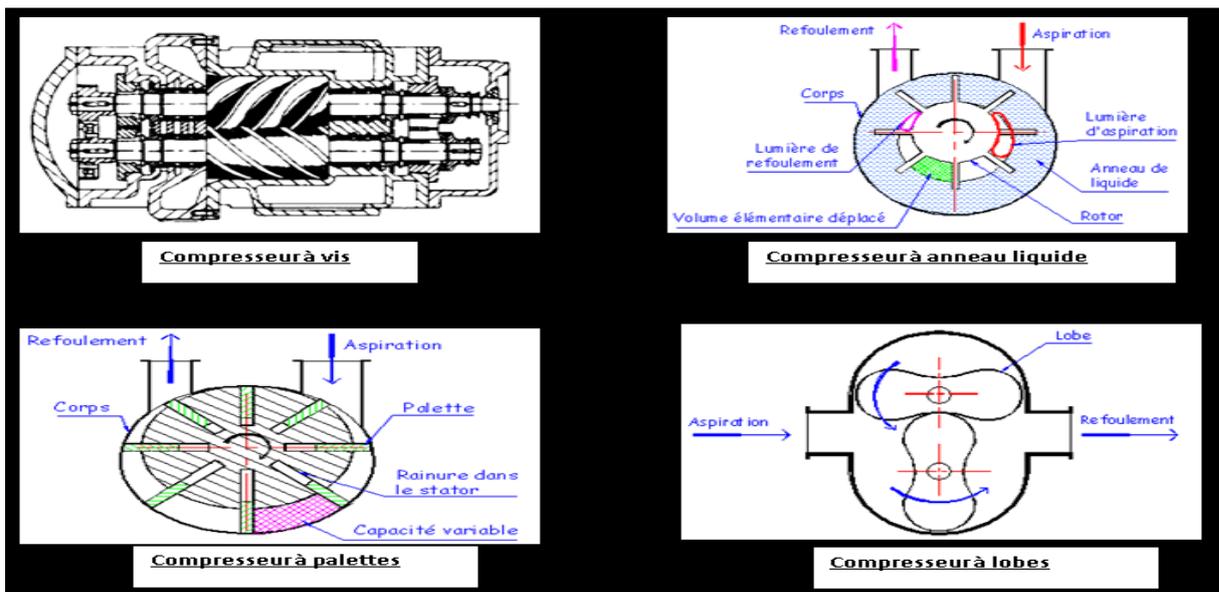
2.4.2. Compresseurs rotatifs volumétriques[3]

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 : Fig.2.4

- compresseurs à palettes mobiles;
- compresseur à anneau liquide;
- compresseur à rotors hélicoïdaux.
- Compresseur à lobes



2.4.2.1. Le compresseur à palet[3]

Il est constitué d'un stator dans lequel tourne un rotor excentré. Ce dernier est muni de rainures dans lesquelles coulisent des palettes qui sont plaquées contre la paroi du stator par la force centrifuge

Sous l'action de la force centrifuge, les palettes sont continuellement appliquées contre le cylindre. Le volume compris entre deux palettes est variable.

Le gaz aspiré par augmentation progressive du volume est ensuite emprisonné entre deux palettes et transporté vers le refoulement. Dans cette zone refoulement, le volume diminue et le gaz comprimé s'échappe dans la tuyauterie de refoulement.

2.4.2.2. Le compresseur à vis[3]

La partie mobile est composée de deux vis s'engrenant l'une dans l'autre. Ces deux vis tournent en sens contraire. Le passage du gaz s'effectue parallèlement aux axes des deux vis. La vis femelle comporte toujours un pas de plus que la vis mâle avec un profil différent.

2.4.2.3. Compresseur à lobes[3]

Ils comprennent deux rotors engrenés qui ont le profil d'un lobe. Ils sont logés dans un corps muni de deux orifices, un pour l'aspiration, l'autre pour le refoulement.(Fig2.5)

L'engrenage des deux rotors est réalisé à l'aide d'un couple de pignons de synchronisation placé à l'extérieur de la machine.

Le jeu entre les rotors peut varier de 0,1 à 1mm suivant le type de machine.

Les arbres des rotors sont portés par des roulements placés à l'extérieur. L'étanchéité vers l'extérieur est assurée soit par des presses étoupes, soit par des garnitures mécaniques.

L'entraînement des deux rotors se fait en sens inverse l'un de l'autre. Fig2.5

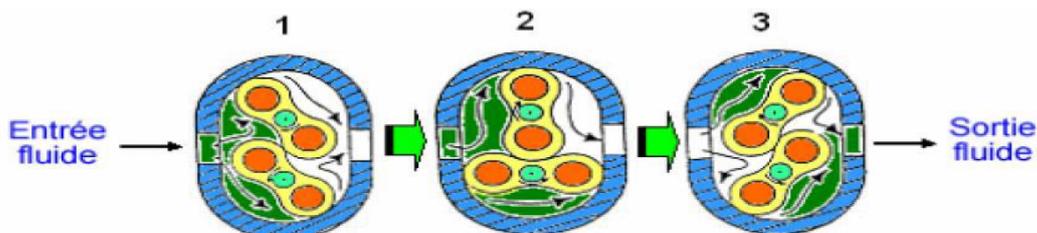


Figure 2.5: Principe de fonctionnement du compresseur à lobes

2.5. Compresseurs dynamiques[3](Fig2.6)

Au point de vue de l'écoulement du fluide, les compresseurs dynamiques se divisent en machines axiaux et centrifuges.

Les compresseurs centrifuges augmentent l'énergie du gaz comprimé grâce à la force centrifuge qui est provoquée par le mouvement de rotation des roues à aube.

L'indice principal de ces compresseurs est la continuité de l'écoulement de l'entrée à la sortie, A l'entrée de la roue se passe la compression du gaz et l'augmentation de l'énergie cinétique. L'énergie cinétique obtenue par le gaz est transformée en énergie potentielle dans les éléments immobiles. Fig.2.6

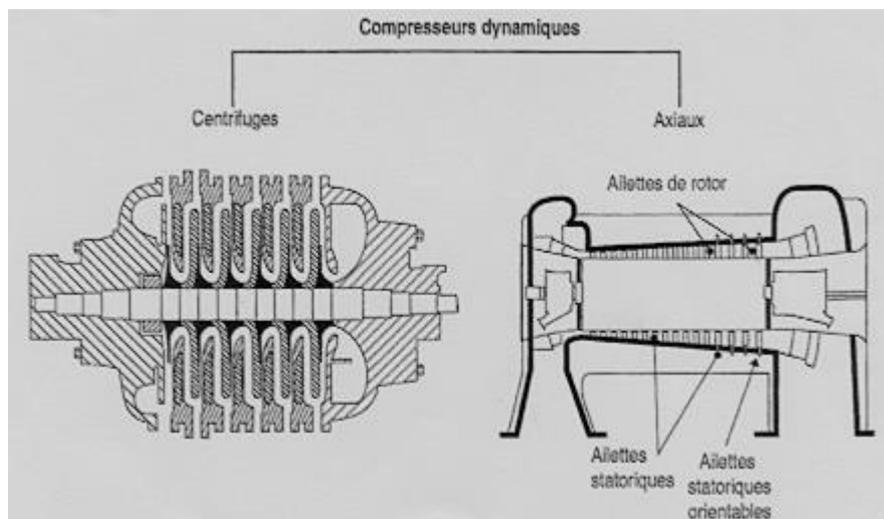


Figure 2.6 : Les compresseurs dynamiques

2.6. Compresseurs axiaux [3]

Les compresseurs axiaux(Fig2.7) comme les compresseurs centrifuges, sont des turbocompresseurs, l'accroissement de pression résulte d'une action sur la vitesse de fluide.

Le travail fourni par la turbine sous forme d'énergie mécanique transmise à l'aube du compresseur est transformé en énergie cinétique du gaz à comprimer grâce à la rotation des aubes ; celle-ci est à son tour transformé en énergie de pression dans le diffuseur.

Chaque étage est constitué par une rangée d'aubes fixes, et une rangée d'aubes mobiles, disposées en un même cylindre. Les compresseurs axiaux sont utilisés pour les grands débits.

Fig. 2.7

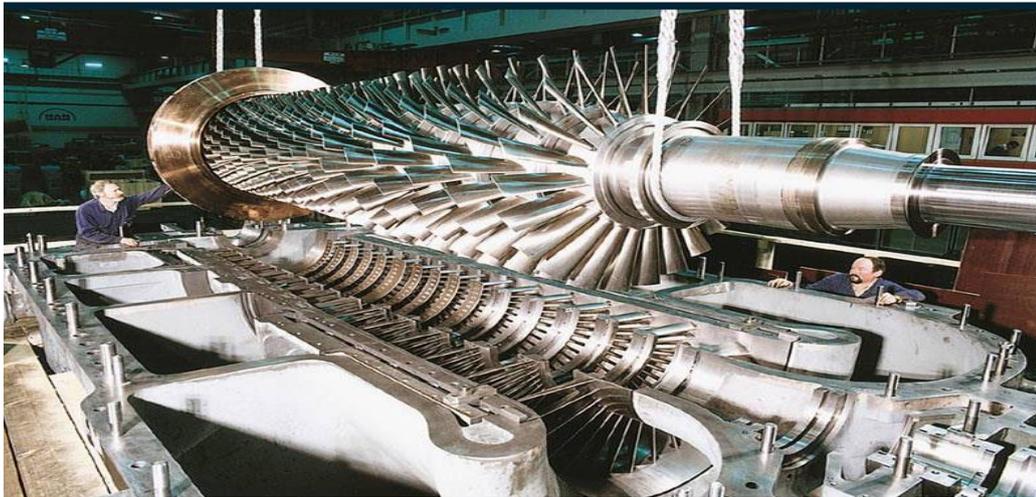


Figure 2.7 : Compresseur dynamique axial

2.7. Compresseur centrifuge[3]

Le compresseur centrifuge(Fig2.8) 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.

Les roues solidaires à l'arbre fournissent de l'énergie à ce dernier. Une partie de cette énergie est transformée en augmentation de pression directement dans les roues, le reste dans le stator, c'est-à-dire dans les diffuseurs. Fig.2.8

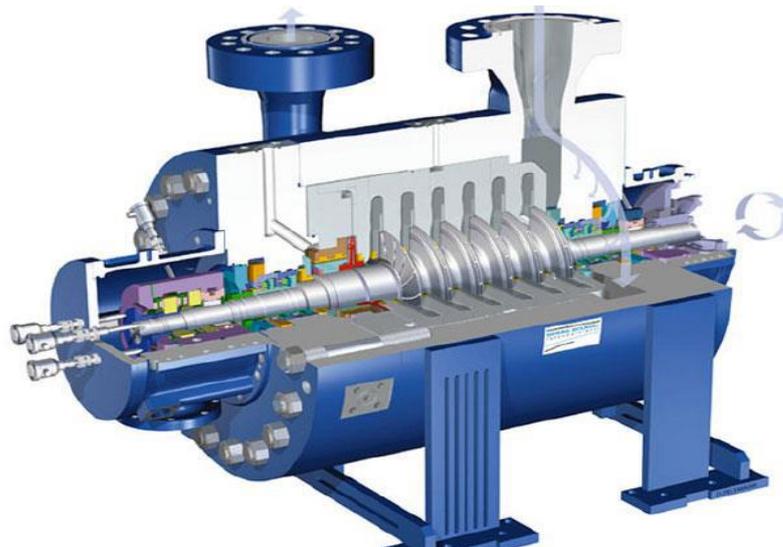


Figure 2.8 : Compresseur dynamique centrifuge

Bien que la théorie des compresseur centrifuges soit connue avec plus ou moins de raffinement; depuis fort longtemps ce n'est qu'aux alentours 1945-1950 que leur utilisation industrielle à grande échelle commença. Actuellement le fait est établi que leur production excède celle des compresseurs alternatifs pour les raisons les suivantes:

- La taille des usines chimiques augmente continuellement d'où des volumes de gaz comprimé est de plus en plus importants ; ce qui est l'avantage des compresseurs centrifuges.
- Il faut généralement plusieurs compresseurs alternatifs pour remplacer un seul compresseur centrifuge.
- La compression se fait à sec sans huile dans le gaz.
- Les pulsations de pressions sont faibles d'où en principe des massifs de fondation moins onéreux.

Bien étendu les compresseurs centrifuges ont aussi quelques inconvénients par rapport à ceux alternatifs, leurs rendements, de l'ordre de 77% suivant les cas:

Leur exploitation demande une main d'œuvre très qualifiée et capable de discerner, dans un but préventif les causes provoquant le changement de la machine en cours d'exploitation: par exemple, les causes possibles d'évolution du niveau des vibrations du rotor. Les contrôles et la surveillance systématique de ces machines, jouent un grand rôle dans leur fiabilité.

Après permet de se familiariser avec les compresseurs centrifuges.

Le compresseur centrifuge très utilisé en raffinage et dans les industries chimiques.

2.8. Principe de fonctionnement d'un compresseur centrifuge[3]

Le gaz est aspiré par le compresseur à travers la bride d'aspiration, il entre dans une chambre annulaire appelé **volute d'aspiration** et converge uniformément vers le centre de toutes les directions radiales (voir la **Fig.2.9**). Dans la chambre annulaire du côté opposée par rapport à la bride d'aspiration, il existe une ailette pour éviter la formation de tourbillons du gaz

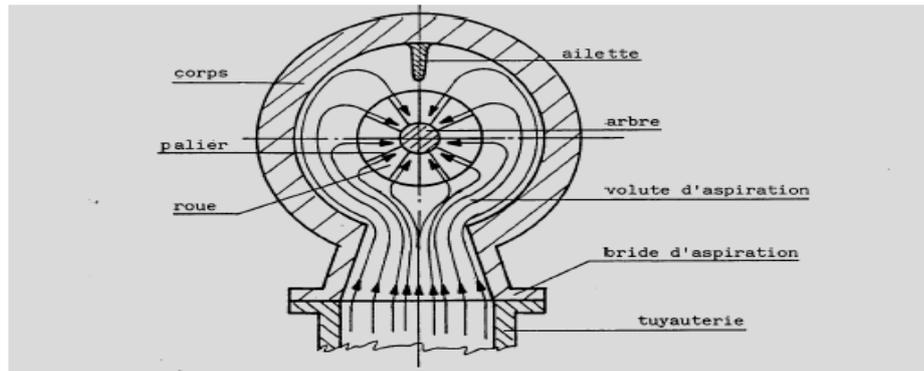


Figure 2.9: Parcours du gaz à l'entrée du compresseur brides d'aspiration

Le gaz entre dans le **diaphragme** d'aspiration et donc aspiré par la première roue, La **roue** pousse le gaz vers la périphérie en augmentant sa vitesse et sa pression ; la vitesse à la sortie aura une composante radiale et une composante tangentielle. Ensuite, d'un mouvement en spirale, le gaz parcourt une chambre circulaire formée d'un diffuseur où la vitesse diminue avec une augmentation de la pression. Fig.2.10

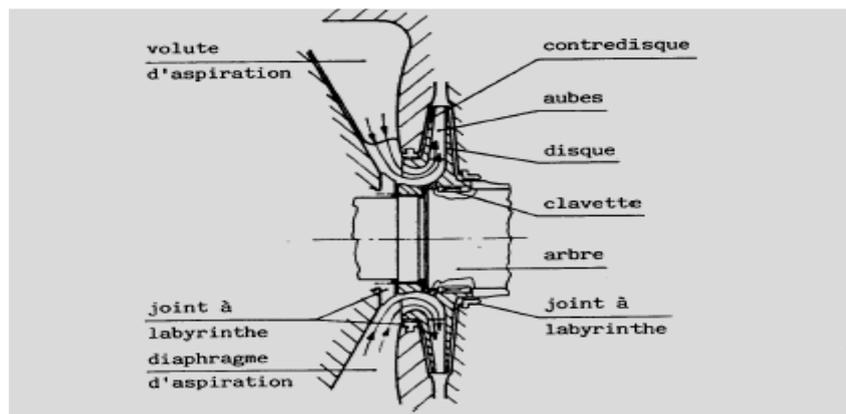


Figure 2.10 : Parcours du gaz au niveau de l'impulser

La dernière roue de l'étage envoie le gaz dans un diffuseur qui mène à une chambre annulaire appelée **volute de refoulement (Figure 2.11)** qui collecte le gaz de la périphérie des diffuseurs et le dirigeant vers la bride de refoulement, près de cette dernière il y a une autre ailette qui empêche le gaz de continuer à retourner dans la volute et qu'il envoie à la bride de refoulement.

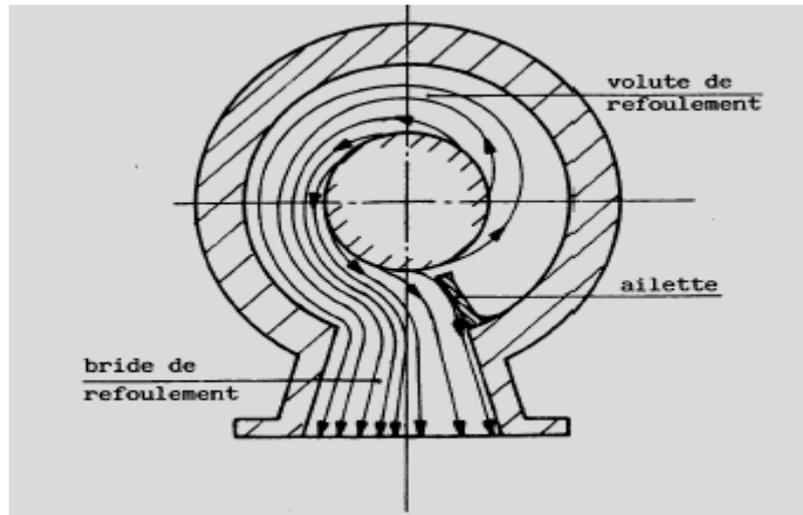


Figure 2.11 : volute de refoulement

2.9. Utilisation des compresseurs centrifuges le domaine industrielle[2]

Le compresseur centrifuge trouve beaucoup d'applications dans de nombreux secteurs de l'industrie ou les procédés demandent des gammes de travail très larges.

Tableau 2.1 : Utilisation des compresseurs centrifuges

Type d'installation	Gaz traité
Raffineries	
Reformage	H ₂ +HC
Craquage catalyseur fluide (FCC)	Air, gaz de craquage
Production de lubrification	Propane
Oléfine	Gaz naturel, éthylène, propylène
Installation pétrochimique	
Ammoniac	CH ₄ , air H ₂ +N ₂ +N ₂ , NH ₃
Méthanol	CO,CO ₂ ,H ₂ ,CH ₄
Urée	CO ₂
Ethylène	Gas de charge
Compression gaz Naturel	
Réinjection	Gaz naturel
Transport de gaz par pipeline	Gaz naturel

Liquéfaction GPL	Gaz naturel
Installation sidérurgique	
Fractionnement air	Air
Service oxygène	O ₂ , N ₂

2.10. Comparaison entre les différents types des compresseurs [2]

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

Tableau 2.2: Comparaison entre les différents types des compresseurs

Types		M ^{vt}	M ^{vt}	Débit	Pression	Rendement
		Linéaire	Rotatif			
Volumétrique	à pistons	+		Faible à moyen	Elevée	Très bon
	Rotatif		+	Faible	Basse	Faible
Turbocompresseur	Centrifuge		+	Important	Elevée	Très bon
	Axial		+	Très important	Basse	Très bon

2.11. Compresseur COOPER [3]

2.11. 1.Principe De Fonctionnement[3]

Il s'agit d'un compresseur centrifuge multi étages entraîné par un moteur électrique.

Le compresseur comprimera le propane évaporé d'un bac de stockage de propane liquide.

Le gaz comprimé sera refroidi par un refroidisseur intermédiaire air à gaz.

Le ventilateur du refroidisseur produira aussi de l'air refroidi à un refroidisseur d'huile.

Le gaz comprimé sera par la suite acheminé à un échangeur qui refroidira le gaz pour qu'il condense à nouveau en liquide, ensuite réinjecté vers le bac. La vanne papillon d'entrée FCV170 du compresseur, la vanne de recyclage PCV171 et le refroidisseur intermédiaire associés sont conçus pour livrer une pression de gaz constant de 8.3 kg/cm² (PT 134) à la

Chapitre II : Généralité sur les types des compresseurs

sortie du compresseur. La pression d'alimentation à l'entrée du compresseur variera de 0.3kg/cm² à 0.9kg/cm² (PT131).

Le compresseur est équipé de 2 pompes d'huiles de graissage. Une électrique auxiliaire pour assurer le démarrage et l'arrêt de l'équipement, l'autre entraîné par l'arbre du moteur.

Pour la protection du compresseur, un système d'anti-pompage est utilisé. Ce système est basé sur la mesure du débit à travers FT 160 l'entrée du troisième étage du compresseur est sur la mesure de pression différentielle à travers tout le compresseur.

Ce système utilise un PLC Siemens à processeur S7-400 pour assurer le bon fonctionnement et la régulation des 2 compresseurs E&D.

L'automate est installé dans l'ancienne salle de contrôle .Chaque compresseur possède un panneau local équipé d'un pupitre OP pour la visualisation et un accès aux instrumentistes.

2.11. 2.Paramètres du compresseur COOPER E[3]

Ce tableau représente la fiche technique du compresseur

Tableau 2.3: fiche technique du compresseur

ITEM	UNITE	VALEUR		VALEUR
Service		Max	Normal	Min
Gaz		Propane	Propane	Propane
Pression barométrique	Kg/cm ²	1.01	1.01	1.01
Humidité	%	0	0	0
Pression d'aspiration	Kg/cm ²	0.9	0.6	0.3
Température d'aspiration				
1 ^{er} étage	°c		-44.5	
2eme étage	°C		-6.5	
3eme étage	°C		28	
Débit d'aspiration	t/h		15	

Chapitre II : Généralité sur les types des compresseurs

Pression de refoulement	Kg/cm ²		08.3	
Température de refoulement	°C		60	
Débit de refoulement	t/h		15	
Courant du moteur	A		121	

Tableau 2.4 : liste instrumentation avec Seuils d'alarmes & déclenchements

TAG	Description	Unité	Seuil d'alarme		Seuil de déclenchement	
			Low	High	Low	High
PT 131	Pression d'aspiration	Kg/cm ²	/	1.30	/	1.35
PT 132	Pression d'aspiration 2eme étage	Kg/cm ²	/	2	/	2.30
PT 133	Pression d'aspiration 3eme étage	Kg/cm ²	/	3.50	/	3.80
PT 134	Pression de refoulement	Kg/cm ²	/	9.50	/	9.75
FT 160	Pression diff port etap	Kg/cm ²	/	0.35	/	0.38
TE 116	T ⁰ aspiration 1 ^{er} étage	°C	/	40	/	70
TE 117	T ⁰ aspiration 2 ^{eme} étage	°C	/	45	/	85
TE 118	T ⁰ aspiration 3 ^{eme} étage	°C	/	60	/	90
VXT 101	Vibration axiale stg1	Micron	/	44.3	/	55.8
VYT 102	Vibration radial stg1	Micron	/	44.3	/	55.8

Chapitre II : Généralité sur les types des compresseurs

VXT 103	Vibration axiale stg2	Micron	/	44.3	/	55.8
VYT 104	Vibration radial stg2	Micron	/	44.3	/	55.8
VXT 105	Vibration axiale stg3	Micron	/	44.3	/	55.8
VYT 106	Vibration radial stg3	Micron	/	44.3	/	55.8
PT 151	Pression d'huile avant filtre	Kg/cm ²	1.12	1.76	0.84	4.50
TE 120	Température d'huile	°C	21	60	18	66
PT 151	Pression de d'huile après filtre	Kg/cm ²	/	2.75	/	/
TE 111	T ⁰ enroulement moteur NDE	°C	/	90	/	100
TE 112	T ⁰ enroulement moteur DE	°C	/	90	/	100
TE 113	T ⁰ stator U	°C	/	140	/	145
TE 114	T ⁰ stator V	°C	/	140	/	145
TE 115	T ⁰ stator W	°C	/	140	/	145
PDT 135	ΔP filtre gaz d'étanchéité	Kg/cm ²	/	0.75	/	1.00
PT 136	Pression gaz d'étanchéité stg1	Kg/cm ²	/	1.40	/	1.70
PT 137	Pression gaz d'étanchéité stg2	Kg/cm ²	/	1.40	/	1.70

Chapitre II : Généralité sur les types des compresseurs

PT 138	Pression gaz d'étanchéité stg3	Kg/cm ²	/	1.40	/	1.70
PT 148	Pression alimentât gaz d'étanchéité	Kg/cm ²	6.00	/	4.50	/
FIT 211	Débit gaz d'étanchéité stg1	Kg/h	7.60	/	4.50	/
FIT 212	Débit gaz d'étanchéité stg2	Kg/h	7.60	/	4.50	/
FIT 213	Débit gaz d'étanchéité stg3	Kg/h	10.10	/	6.10	/
FIT 214	Débit gaz d'étanchéité (N2)	Kg/h	6.30	27.00 (comp E), 22.00 (comp D)		30
FIT 220	Débit gaz d'étanchéité VERS TOURCH	Kg/h	18.25	25.75 (comp E), 0.0 (comp D)		/



Chapitre III
Instrumentation

3.1. Définition d'un capteur [5]

C'est un dispositif qui transforme une grandeur physique en une grandeur exploitable, souvent de nature électrique. Le choix de l'énergie électrique vient du fait qu'un signal électrique se prête facilement à de nombreuses transformations difficiles à réaliser avec d'autres types de signaux. Fig.3.1.

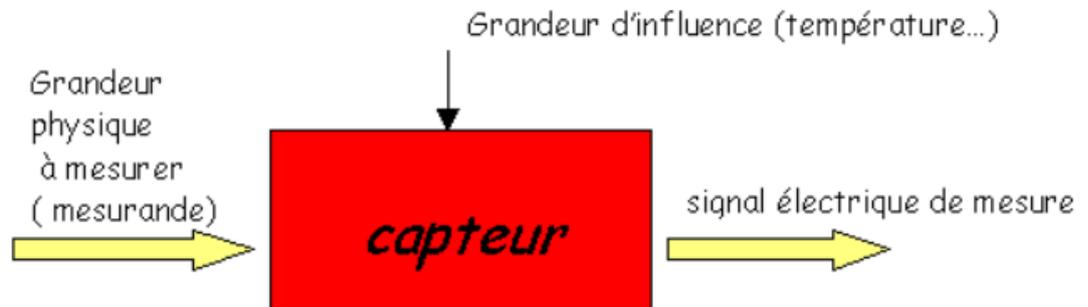


Figure 3.1 : représentation d'un capteur

3.2. Constitution d'un capteur [5]

Le capteur est constitué des éléments suivants : Fig.3.2

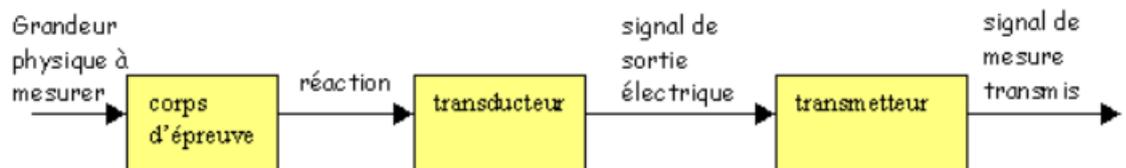


Figure 3.2: constitution d'un capteur

- Corps d'épreuve : élément mécanique qui réagit sélectivement à la grandeur à mesurer. Il transforme la grandeur à mesurer en une autre grandeur physique dite mesurable.
- Transducteur : il traduit les réactions du corps d'épreuve en une grandeur électrique constituant le signal de sortie.
- Transmetteur : mise en forme, amplification, filtrage, mise à niveau du signal de sortie pour sa transmission à distance. Il peut être incorporé ou non au capteur proprement dit.

3.3. Transmission du signal de mesure [5]

Selon le type de capteur, le signal électrique de mesure peut être de différentes natures : analogique, numérique ou logique.

- ✓ signal de mesure analogique : il est lié au mesurande par une loi continue, parfois linéaire, qui caractérise l'évolution des phénomènes physiques mesurés. Il peut être de toute nature
 - courant 0 - 20 mA, 4 - 20 mA
 - tension 0 - 10 V, 0 - 5 V
- ✓ signal de mesure numérique : il se présente sous la forme d'impulsions électriques générées simultanément (mode parallèle, sur plusieurs fils) ou successivement (mode série, sur un seul fil). Cette transmission est compatible avec les systèmes informatiques de traitement.
- ✓ signal de mesure logique : il ne compte que deux valeurs possibles, c'est un signal tout ou rien.

Ce tableau représente les comparaisons (type de signal) entre les différents types des capteurs :

Type de capteur	Type de signal	désignation	Exemple
Analogique	Bas Niveau	Capteur	Sonde PH -50mv/unité PH
	Haut Niveau	Capteur Transmetteur	Capteur pression 4-20 mA
Numérique	Numérique Absolu	Codeur absolu	Capteur de position angulaire
	Numérique Incrémentale	Codeur incrémental	Capteur de vitesse
Logique	Tout ou rien	Détecteur	Détecteur de niveau

Tableau 3.1 : type de signal de sortie pour les capteurs

3.4. Capteur de débit [5]

Le débit est habituellement mesuré par déduction, en mesurant la vitesse moyenne à travers une section connue. Le débit mesuré par cette méthode indirecte est le débit volumique Q_v :

$$Q_v = S \cdot V$$

S est la surface de section de la conduite en m^2

V est la vitesse moyenne du fluide en m/s

Le débit volumique Q_v est le volume de fluide écoulé pendant l'unité de temps (en m^3/s).

Le débit massique Q_m est la masse de fluide écoulée pendant l'unité de temps (en kg/s).

En appelant r , la masse volumique du fluide (en kg/m^3) : $Q_m = r \cdot Q_v$

Pour l'eau douce, la masse volumique $r = 1000 \text{ kg/m}^3$.

Les liquides peuvent être considérés (à température constante) comme incompressibles, c'est à dire que leur volume ne dépend pas de la pression. Ce n'est pas le cas des gaz et des vapeurs pour lesquels la masse volumique est proportionnelle à la pression (gaz assimilé à un gaz parfait). On peut donc considérer que, à température constante, le débit massique d'un fluide est proportionnel à son débit volumique. Pour un gaz, il n'y a proportionnalité qu'à pression et température constante. La plupart des débitmètres indiquent le volume écoulé par unité de temps, ce sont des débitmètres volumiques. Toutefois, dans certaines applications nécessitant la connaissance de l'énergie thermique d'un combustible, il est nécessaire de connaître le débit massique. On a recours alors à des débitmètres massiques, dont la valeur mesurée est directement le débit massique. Cependant, bon nombre de débitmètres prétendent " massiques ", déduisent le débit massique à l'aide de l'équation: $Q_m = r \cdot Q_v$.

3.4.1. Pertes de charge [5]

Les pertes de charge sont la diminution de la pression totale entre deux sections d'un écoulement. Elles s'expriment en mètres de colonne d'eau (MCE) et sont fonction de la section du tuyau, du débit véhiculé et de la nature du liquide.

3.4.2. Régimes d'écoulement dans une canalisation [5]

- Écoulement laminaire : les lignes de courant demeurent parallèles entre elles, les couches de fluide glissant les unes sur les autres sans se mélanger. Les pertes de charge sont alors proportionnelles à la vitesse. Fig.3.3.
- Écoulement turbulent : les lignes de courant ne gardent plus leur individualité, mais s'enchevêtrent. Les pertes de charge sont proportionnelles au carré de la vitesse.

3.4.3. Nombre de REYNOLDS [5]

Pour faciliter la comparaison entre deux écoulements, on utilise des nombres sans dimension. Ainsi, dans un écoulement incompressible (pression = constante) et isotherme (température = constante), un seul paramètre sans dimension est suffisant pour caractériser l'écoulement, c'est le nombre de REYNOLDS.

$$\Re = \frac{V \times D}{\nu} = \rho \frac{V \times D}{\mu}$$

Equation :

V : vitesse moyenne de débit en m/s

D : diamètre de la canalisation en mètre

ν : viscosité cinématique du fluide en m²/s (eau douce $\nu = 1,1 \times 10^{-6}$ m²/s)

μ : viscosité dynamique du fluide en poise (1 centpoise = 1 milli pascal. seconde)

La viscosité cinématique du fluide est:

$$\text{Equation } \nu = \mu/\rho$$

Dans une conduite de section circulaire :

Si $\Re < 2000$, l'écoulement est laminaire

Si $\Re > 2000$, l'écoulement est turbulent

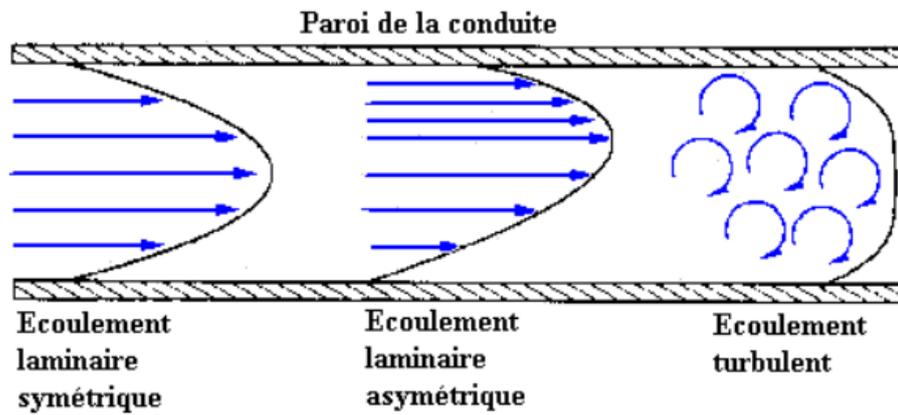


Figure 3.3: types d'écoulement d'un fluide

3.4.4. Critères de choix des capteurs de débit [5]

Les critères de choix sont très nombreux, le tableau ci dessous donne une liste des principaux éléments à considérer.

Caractéristique du fluide	-Nature du fluide (liquide chargé, conducteur...) -Viscosité -Régime d'écoulement -Température -Pression -Agressivité -Compressibilité
Critères métrologique	-Nature de signal de sortie (0-10 V, 4-20 V mA.) -Précision -Etendue de mesure
Caractéristiques de l'installation	-Diamètre de canalisation -Perte de charge engendrée -Encombrement -Etalonnage -Usure

Tableau 3.2: liste des principaux éléments pour le choix de capteur de débit

Une première sélection peut avoir lieu en se basant sur les critères fondamentaux, c'est à dire :

- nature du fluide transporté
- type de signal de mesure
- plage de mesure
- diamètre de la canalisation

- **Vitesse du fluide** : elle dépend de la charge qui force le fluide à traverser la conduite. Plus la charge est élevée, plus le débit de fluide est important (les autres facteurs restants constants) et, par conséquent, plus le volume d'écoulement est important.

Le diamètre de la conduite influe également sur le débit. Si l'on double le diamètre de la conduite, le débit potentiel augmentera selon un coefficient quatre.

- **Frottement de la conduite** : il réduit le débit du fluide dans les tuyaux et la vitesse du fluide est plus lente près des parois de la conduite qu'au centre. Il est donc considéré comme un facteur négatif. Plus la conduite est lisse, propre et de grand diamètre, et moins le frottement de la conduite a d'effet sur le débit général du fluide.
- **Viscosité dynamique du fluide** : elle réduit, tout comme le frottement, le débit du fluide près des parois de la conduite. Elle augmente ou diminue en fonction des variations de température.
- **Masse volumique du fluide** : elle influe également sur le débit, car un fluide plus dense exige une charge supérieure pour maintenir le débit souhaité.

Le fait que les gaz soient compressibles exige souvent l'utilisation de méthodes différentes pour mesurer des débits de liquides, de gaz ou de liquides contenant des gaz.

3.5. Capture de Température [6]

On peut choisir parmi une variété de capteurs pour traduire les phénomènes de température en un signal mesurable. Trois variétés de capteurs courantes sont le thermocouple, RTD et thermistor. Chacun a ses propres principes de fonctionnement, avantages, considérations et inconvénients. En plus des caractéristiques des capteurs eux-mêmes — plage de fonctionnement, sensibilité, linéarité, temps de réponse, etc.

3.5.1. Types des capteurs de la température [6]

Le tableau présente une comparaison de haut niveau de ces types de capteurs de température :

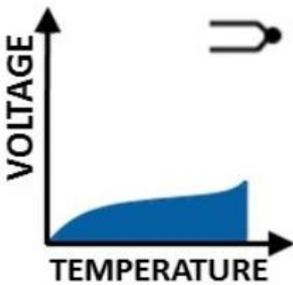
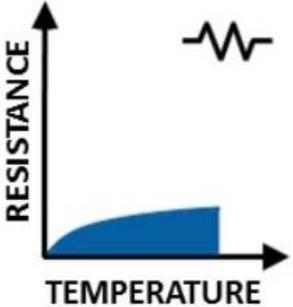
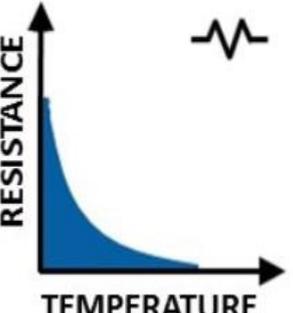
Les types de capteurs	Avantages	Inconvénients
<p>THERMOCOUPLES</p> 	<ul style="list-style-type: none"> -simple -robuste -peu coûteux -pas d'alimentation externe -large plage de fonctionnement -variété de styles 	<ul style="list-style-type: none"> -réponse non linéaire -petite sensibilité -tension de sortie intelligente
<p>RTD</p> 	<ul style="list-style-type: none"> -plus stable -bonne linéarité -plus précis 	<ul style="list-style-type: none"> -faible sensibilité à propulsion externe -coûteux -faible résistance de sortie -erreur d'auto-chauffage
<p>THERMISTOR</p> 	<ul style="list-style-type: none"> -rapide -rendement élevé -erreur minimale de résistance au plomb 	<ul style="list-style-type: none"> -plage de température limitée à propulsion externe -non linéaire -plus fragile -erreur d'auto-chauffage

Tableau 3.2 : Avantages et inconvénients des types de capteurs de température

3.5.2. Caractéristiques des trois types de capteur de la température [6]

Le tableau 2 montre les différentes caractéristiques des trois capteurs communs examinés dans ce livre blanc :

Caractéristique	Thermocouple	RTD	Thermistance
.Plage de température :	-210 °C to 1760 °C Excellent	-240 °C to 650 °C Grand	-40 °C to 250 °C Bon
Linéarité	Juste	Bon	Pauvre
Sensibilité	Faible	Moyenne	Très élevé
Délai de réponse	Moyenne à rapide	Moyenne	Moyenne à rapide
Stabilité	Juste	Bon	Pauvre
Exactitude	Moyenne	Elevé	Moyenne
Sensible à l'auto-interrogatoire ?	Non	Oui, minimal	Oui, hautement
Durabilité	Excellent	Bonne	Pauvre
Cout	Plus bas	Elevé	Faible
Exigences relatives au conditionnement des signaux	- Compensation de raccordement à froid -Amplification -Détection ouverte des thermocouples -Détartrage	-Excitation -Correction de la résistance du plomb -Détartrage	-Excitation -Détartrage

Tableau 3.3: Comparaison des types de capteurs de température

3.5.3.Étapes de sélection d'un capteur de température [6]

Bien comprendre l'application et les exigences de mesure.

- À quelle vitesse la température changera-t-elle? Déterminez un temps de réponse approprié.
- Quelle est la durée du déploiement/dans quelle mesure les capteurs seront-ils utilisables? Choisissez un type de capteur suffisamment durable pour réduire la maintenance.
- Quelle est la précision requise? Tenez compte de l'impact de la précision du capteur sur la précision globale de la mesure.
- Déterminez les plages de température à mesurer.
- Sélectionnez un type de capteur qui fonctionne au-delà de la gamme complète des températures possibles.
- Considérez la linéarité de chaque type qui répond à vos exigences de gamme ; sélectionnez le type avec la réponse la plus linéaire sur votre gamme d'intérêt pour améliorer la précision de conversion de la tension ou de la résistance à la température.
- Tenez compte de l'environnement dans lequel vous déployez les capteurs.
- Choisir un matériau de revêtement approprié pour résister à toute exposition chimique.
- Déterminez si vous avez besoin d'isolation pour éviter les boucles de terre/le bruit.
- Assurez-vous que vos capteurs résistent aux vibrations ou à l'abrasion si vous les exposez à celles-ci.
- Réfléchissez à la façon dont vous montez vos capteurs et choisissez un style de montage approprié pour maximiser la connexion thermique.
- Sélectionnez le matériel de mesure nécessaire pour conditionner, acquérir, analyser et afficher/enregistrer les signaux de température. Pour en savoir plus, consultez le Guide de l'ingénieur sur les mesures précises des capteurs.

3.5.4. Exigences en matière de conditionnement des signaux [6]

Chaque type de capteur de température nécessite un certain niveau de conditionnement du signal pour acquérir et numériser adéquatement le signal mesuré aux fins de traitement. Le matériel de mesure que vous sélectionnez peut être tout aussi important pour assurer des mesures précises que le capteur et peut atténuer ou exacerber les lacunes de chaque type de capteur. Ces caractéristiques de conditionnement du signal comprennent les éléments suivants

- Amplification
- Compensation des jonctions froides (thermocouples uniquement)
- Filtrage
- Excitation (RTD et thermistors uniquement)
- Ajustement de l'erreur de décalage
- Mise à l'échelle des unités de température
- Correction de la résistance au plomb
- Isolation de canal à canal
- Détection ouverte des thermocouples (thermocouples uniquement)

3.6. Capteur de pression [5]

La mesure de pression est nécessaire au contrôle de la plupart des process industriels. Un capteur de pression convertit une information de pression en un signal électrique. La plupart des capteurs de pression mesurent la déformation d'une membrane sous l'effet de la différence de pression appliquée sur ses deux faces. Les fabricants utilisent des termes différents pour nommer ces produits. Si les appellations « capteur de pression » et « transducteur de pression » peuvent être considérées comme synonymes, le terme « transmetteur de pression » fait référence à un capteur de pression équipé d'une électronique de mesure lui permettant de délivrer un signal de sortie standardisé.

3.6.1. Les différents types de capteurs de pression [5]

Pour choisir un capteur de pression, il est primordial de comprendre que l'on considère 3 types de pression qui correspondent chacun à des conceptions différentes de capteurs.

La plupart des capteurs de pression mesurent la déformation d'une membrane sous l'effet de la pression que l'on exerce dessus et dont on veut connaître la valeur. Comme la membrane possède deux faces, il s'exerce donc une autre pression sur la seconde face et la déformation

mesurée est en fait le résultat de la différence de pression entre les deux faces de la membrane.

En fonction de cette pression de « référence », on considère donc 3 types de pression et de capteurs :

- **Pression absolue** : dans un capteur de pression absolue, la deuxième face de la membrane est soumise au vide, sa déformation correspond exactement à la pression mesurée.
- **Pression relative** : dans un capteur de pression relative, la deuxième face de la membrane est soumise à la pression atmosphérique, sa déformation correspond donc à la différence entre la pression mesurée et la pression ambiante.
- **Pression différentielle** : un capteur de pression différentielle possède 2 entrées, une pour chaque face de la membrane, sa déformation correspond donc à la différence de pression entre les 2 entrées.

3.6.1.1. Capteur de pression absolue [5]

Rappelons la différence entre un capteur de pression absolue et un capteur de pression relative. Un capteur de pression absolue mesure la pression par rapport à une pression de référence qui est le vide. Un capteur de pression relative a quant à lui pour référence la pression atmosphérique ambiante et mesure donc la différence entre la pression de process et la pression atmosphérique.

Le choix d'un capteur dépend donc avant tout du point de référence : est-ce que je veux connaître la pression par rapport à la pression atmosphérique ou pas ?

Un capteur de pression absolue est le seul capable de mesurer la pression atmosphérique, on va donc pouvoir l'utiliser pour mesurer la pression barométrique. Parmi les applications qui en découlent on trouve la mesure d'altitude basée sur la différence de pression atmosphérique quand l'altitude change.

La pression atmosphérique peut varier d'environ 30 mbar à cause des changements météorologiques et d'environ 200 mbar si l'altitude du capteur change (variation entre le niveau de la mer et 2000 m d'altitude). Donc, pour une même valeur de la pression mesurée, un capteur de pression relative peut présenter une erreur de mesure due aux variations de la pression atmosphérique. Cette erreur peut être négligeable lorsqu'on

mesure des pressions élevées mais significative pour des mesures de pression faibles. On préférera alors utiliser un capteur de pression absolue. Fig.3.4



Figure 3.4 : capteur de pression de la marque VEGA

3.6.1.2. Capteur de pression relative [5]

Le choix d'un capteur dépend donc avant tout du point de référence : est-ce que je veux connaître la pression par rapport à la pression atmosphérique ou pas ?

Un capteur de pression relative est intéressant lorsqu'on veut éliminer l'influence de la pression atmosphérique sur la mesure. Par exemple, lorsqu'on utilise un capteur de pression pour mesurer la pression hydrostatique d'un liquide dans une cuve pour en déterminer le niveau, la surface du liquide étant elle aussi soumise à la pression atmosphérique, le capteur de pression relative permet de ne mesurer que la pression hydrostatique, en s'affranchissant des variations de pression atmosphérique. Fig.3.5



Figure 3.5 : capteur de pression relative de la marque IFM

3.6.1.3. Capteur de pression différentielle [5]

Un capteur de pression différentielle (Fig.3.6.) possède deux entrées de pression, on l'utilise lorsqu'on veut connaître la différence de pression entre deux points. . Fig.3.6



Figure 3.6: capteur de pression différentielle de la marque OMEGA

3.6.2. Choix d'un capteur de pression [5]

Une fois que vous aurez déterminé si vous avez besoin de mesurer une pression absolue, relative ou différentielle, il vous restera encore à choisir le bon modèle en fonction des critères suivants :

- Tout d'abord il est important de choisir un capteur dont la plage de mesure correspond à la plage de pression que vous devez mesurer.
- La température de fonctionnement est également importante. La plupart des capteurs ont une plage de fonctionnement de -25 °C à 100 °C . Au-delà, il faut choisir des capteurs prévus pour résister à des températures plus élevées.
- Comme pour tout capteur, il faut choisir un capteur de pression dont le signal de sortie correspond à votre boucle de mesure ou de régulation.
- Le dernier critère de choix important sera la configuration du capteur et la façon dont il se monte au point de mesure. La plupart des capteurs sont filetés, permettant ainsi un montage facile sur un piquage installé sur un tuyau, une cuve, etc. On trouve également des capteurs équipés de brides, des capteurs miniatures à souder sur un circuit imprimé, etc. Le montage des capteurs à membrane affleurant offre également des avantages. Dans cette configuration, la membrane du capteur est affleurant à la paroi du tuyau, ce qui permet d'éviter les problèmes de colmatage dus aux accumulations de matière dans les zones sans écoulement. Cette configuration est très utile pour les fluides chargés, en particulier dans l'industrie agroalimentaire. Fig.3.7



Figure 3.7 : capteur de pression à membrane affleurant de la marque Honeywell

Chapitre IV

Choix et dimensionnement des vannes

4.1. Description de la vanne[11]

Une vanne est un dispositif destiné à contrôler (stopper ou modifier) le débit d'un fluide liquide, gazeux, pulvérulent ou multiphasique, en milieu libre (canal) ou en milieu fermé (canalisation).

L'équivalent anglo-saxon de vanne est le mot valve, dont le sens est plus général puisqu'il recouvre les traductions de valve, vanne et de soupape en français.

Le terme synonyme de vanne est robinet. Il est parfois utilisé pour des modèles de petites dimensions, couramment montés sur des canalisations domestiques.

4.2. Eléments d'une vanne[11]

Toutes les vannes sont constituées des parties fonctionnelles suivantes (la Fig4.1.)

1. Corps (body en anglais).
2. Voie ou passage (port en anglais).
3. Portée ou siège (seat en anglais).
4. Axe ou tige (stem en anglais).
5. Opercule, obturateur ou rotor, tels que : boisseau, papillon, guillotine, sphère ou boule... (disc, rotor ou valve member en anglais), appelé tablier lorsque la vanne est plate.
6. Volant ou actionneur (actuator en anglais) : élément extérieur à la vanne stricto sensu, qui permet de manœuvrer celle-ci.
7. Chapeau ou bonnet (bonnet en anglais).
8. Garniture de presse-étoupe (packing en anglais) : qui permet de maintenir l'étanchéité.
9. Écrou de presse étoupe (gland nut en anglais).
10. Sens d'écoulement du fluide.
11. Position de l'opercule lorsque la vanne est fermée.
12. Position du volant lorsque la vanne est fermée.

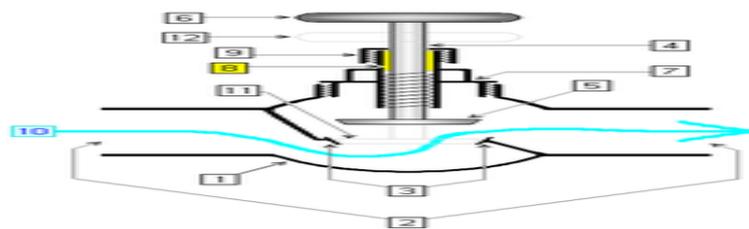


Figure 4.1. : Représentation éléments d'une vanne

4.3. La vanne TOR[9]

Les vannes automatiques tout ou rien (ou TOR) sont des équipements automatisés dont le rôle est d'interrompre ou de permettre le passage d'un fluide (gaz ou liquide) dans une tuyauterie ou d'aiguiller le passage d'un solide. En ce sens, le rôle procédé qui leur est dévolu peut obéir à trois sortes d'objectifs :

- **Isolement d'installation** (ou de partie d'installation)

Lors des phases de mise à l'arrêt de celle-ci ; il s'agit alors de vannes automatiques dont la fermeture est commandée à distance par le personnel de conduite à travers une action volontaire opérée sur l'interface de conduite.

- **Sécurité procédé :**

Les vannes tout ou rien sont alors généralement commandées par des automates. Ces automatismes concernent tous les paramètres dont l'apparition ou l'excursion pourrait :

- Soit nuire à l'intégrité physique du personnel
- Soit conduire à la dégradation de machines ou de matériels à long temps de remplacement
- Soit présenter un risque pour la population environnante (du fait de la toxicité des produits mis en cause)

En position de sécurité, ces vannes sont :

- Soit totalement ouvertes
- Soit totalement fermées

En fonction de l'action de sécurité imposée par le procédé.

- **Sequences d'opération :**

On entend par séquence d'opération toute séquence de conduite de procédé relative à une machine ou tout autre matériel (tel que sécheur d'air, réacteur, chaudière, ...), et qui fait intervenir une suite d'opérations, appelées **phases**, se déroulant les unes après les autres, dans un ordre déterminé, au cours du temps.

Si cette séquence d'opération se déroule de façon répétitive et sur action automatique, il s'agit alors d'un automatisme séquentiel.

Les séquences d'opération font appel le plus souvent :

- à l'ouverture/fermeture de vannes automatiques tout ou rien ainsi que de vannes de régulation
- au démarrage/arrêt de machines d'entraînement, moteurs électriques en particulier
- à la commande de paramètres analogiques

4.4. Utilisation De Vannes De Régulation En Tout Ou Rien[9]

Toute vanne ayant la technologie d'une vanne de régulation peut être utilisée en action tout ou rien et il existe deux possibilités pour obtenir cette action, les deux solutions faisant appel à l'utilisation d'une électrovanne.

Cette électrovanne peut être installée :

- soit sur le signal pneumatique de commande du servomoteur, entre le positionneur et le servomoteur. Il s'agit alors de vannes ayant à la fois la fonction régulation et la fonction sécurité
- soit, dans le cas de vannes ayant la technologie d'une vanne de régulation mais utilisées uniquement en tout ou rien, entre l'arrivée d'air instrument sur la vanne et le servomoteur

4.5. Fonctionnement D'une Électrovanne[9]

Une électrovanne est composée de quatre éléments principaux : Fig.4.2.

- le corps
- le tube culasse en forme de cheminée supportant la tête magnétique
- la tête magnétique comprenant le circuit magnétique et la bobine surmoulée
- un noyau mobile portant la tige et les clapets

Cette électrovanne est du type monostable, un ressort rappelant le noyau en position repos après la disparition du signal électrique de commande.

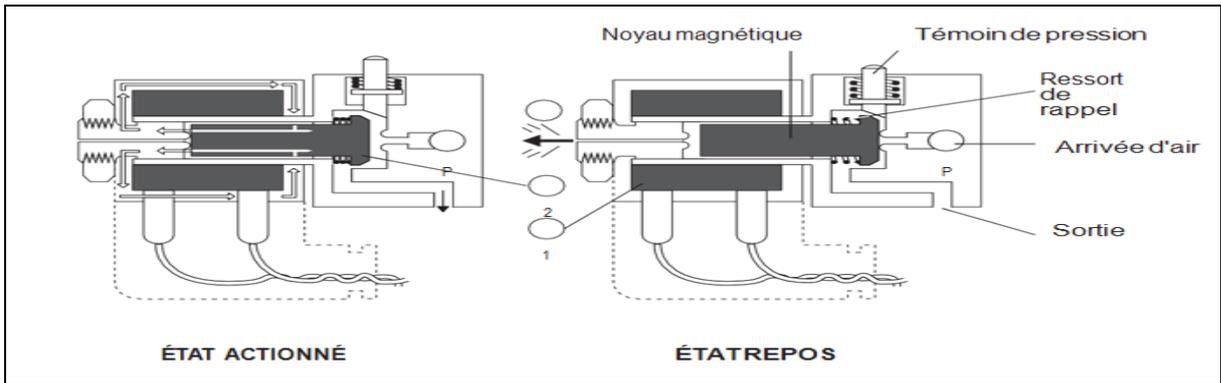


Figure 4.2. : représentation des états de l'électrovanne

Fonctionnement :

- quand la bobine est sous tension “ÉTAT ACTIONNÉ”, le noyau est attiré et autorise l'arrivée d'air
- quand la bobine n'est pas sous tension “ÉTAT REPOS”, l'orifice de sortie communique avec l'orifice de mise à l'échappement et le clapet ②, solidaire du noyau, obture l'arrivée d'air

4.6. Commande D'une Vanne Tout Ou Rien [9]

La commande de la vanne se fait le plus souvent par des vérins qui sont de deux types :

- les vérins simple effet dans lesquels l'air d'alimentation déplace la tige de vanne dans un seul sens Fig4.3
- les vérins double effet dans lesquels l'air d'alimentation permet la commande dans les deux sens.Fig4.4

4.6.1. Vérin à simple effet[9]

Le vérin à simple effet n'a qu'une entrée d'air lequel n'agit donc que d'un seul côté du piston, le retour de la tige étant assuré par un ressort.Fig.4.3.

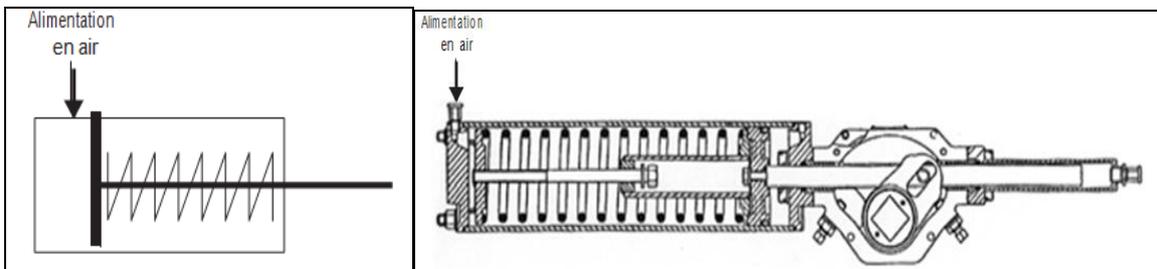


Figure 4.3. : représentation d'un vérin a simple effet

4.6.2. Vérin à double effet[9]

Il présente deux admissions d'air distinctes, chacune d'un côté du piston ; l'air comprimé va donc agir sur les 2 faces du piston, permettant la commande du piston dans les 2 sens de déplacement. A chaque commande, une des chambres est mise sous pression pendant que l'autre est mise à l'atmosphère. Fig.4.4.

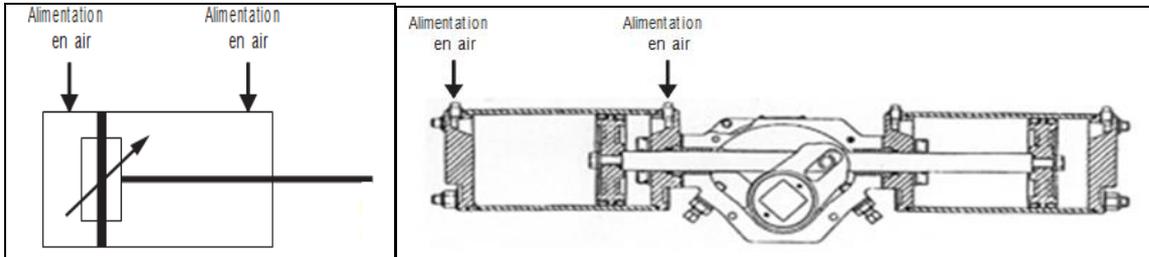


Figure 4.4 : représentation d'un vérin à double effet

4.7. Comment choisir une vanne[7]

Pour bien choisir votre vanne, il est indispensable de déterminer quelle sera sa fonction. Va-t-elle servir à réguler un fluide ou à arrêter sa circulation ?

Ensuite, il est indispensable de vérifier quel type de fluide doit circuler dans le circuit : un gaz ou un liquide? S'agit-il d'un fluide corrosif, d'un fluide chimiquement neutre, d'un fluide alimentaire ou médical qui nécessite des conditions d'hygiène particulières ?

Il est essentiel de connaître le système d'actionnement de la vanne, afin de savoir si la vanne sera actionnée manuellement ou automatiquement. Dans un cas, une personne devra être sur place pour actionner la vanne alors que dans l'autre la vanne pourra être actionnée à distance, depuis un poste de contrôle par exemple.

Enfin, il est important de savoir comment la vanne va être intégrée dans le circuit et donc le type de montage ou d'installation, surtout si elle doit être soudée, boulonnée à travers des brides ou vissée.

Lorsque vous aurez déterminé ces différents éléments, vous pourrez vous intéresser aux caractéristiques techniques de votre installation, notamment aux débits et pressions qui vous permettront de définir les dimensions de votre vanne.

4.8. Comment dimensionner une vanne[7]

Pour dimensionner une vanne, vous devez connaître les paramètres liés au fonctionnement du circuit.

4.8.1. La pression [7]

Un facteur primordial à considérer, d'une part pour ne pas sous-dimensionner votre vanne et vous exposer à des problèmes de fuite ou de rupture de la vanne, d'autre part pour éviter de la surdimensionner.

4.8.2. La température de service[7]

C'est-à-dire la température du fluide en circulation, ainsi que la température ambiante autour du corps de la vanne doivent être identifiées. Il est important que vous connaissiez les températures extrêmes que la vanne devra subir afin de pouvoir choisir une vanne conçue pour fonctionner dans ces conditions, notamment pour ce qui concerne les matériaux utilisés pour la fabrication du corps, du système de fermeture et des pièces d'étanchéité.

4.8.3. La pression de service[7]

C'est-à-dire la pression à laquelle le fluide est soumis au niveau de la vanne.

4.8.4. Le débit du fluide et la vitesse d'écoulement[7]

Le débit et la vitesse nominale sont des éléments essentiels qui vous aideront à choisir la vanne appropriée, surtout si celle-ci doit servir à réguler ce débit. Le facteur d'écoulement (K_v) est une valeur théorique définie par le constructeur qui permet de calculer le débit nominal de la vanne. Ce facteur peut être indiqué en litres par minute (l/min) ou en mètres cubes par heure (m³/h). Les fabricants de vannes proposent des abaques qui permettent de déterminer ce facteur en fonction notamment du débit souhaité, de la perte de charge en pression et du diamètre nominal.

4.8.5. Le diamètre nominal (DN) du circuit au niveau de la vanne[7]

Ce critère est vital pour éviter de sur-dimensionner la vanne, ce qui pourrait générer un fonctionnement instable de l'installation, ou de la sous-dimensionner afin d'éviter d'engendrer une chute de pression importante et d'endommager rapidement la vanne.

4.8.6. Données Nécessaires Pour Le Dimensionnement D'une Vanne[7]

4.8.6.1. Caractéristiques du fluide[7]

- Nature du fluide, ses propriétés

4.8.6.2. Débits[7]

- Débit maximum de service
- Débit minimum contrôlable
- Débit de fuite acceptable

4.8.6.3. Pression et perte de charge[7]

- Pression amont de la vanne au débit maximum de service
- Perte de charge au niveau de la vanne au débit maximum

4.8.6.4. Autres données[7]

- Température du fluide, viscosité, tension de vapeur pour les liquides

4.9. Les principaux types de vannes[10]

Il existe différents types de vannes, qui peuvent être plus ou moins adaptés à nos besoins. Si nous souhaitons **arrêter la circulation d'un fluide**, il est conseillé de nous orienter vers une vanne d'arrêt de type vanne à boisseau, vanne à guillotine ou vanne à opercule.

Si nous souhaitons plutôt **contrôler le débit du fluide**, mieux vaut opter pour une vanne de contrôle de type vanne à pointeau, vanne à soupape, vanne à piston, ou vanne papillon, qui offrent toutes de bonnes capacités d'étranglement.

Le choix d'une vanne dépend aussi du débit, de la pression et du type de fluide transporté car il va déterminer les matériaux constituant la vanne.

4.9.1. Les cas d'utilisation d'une vanne papillon[10]



Figure 4.5: vanne à papillon

La vanne papillon(Fig4.5) est principalement utilisée pour contrôler le débit d'un fluide. En fonction des matériaux employés pour sa fabrication, elle peut servir pour différents types de fluides : des fluides chimiquement neutres comme l'eau ou l'huile, des boues, des fluides alimentaires ou pharmaceutiques et certaines vannes papillon peuvent être spécialement

conçues pour fonctionner avec des fluides corrosifs. Par contre, la vanne papillon ne peut pas être utilisée pour des fluides chargés de particules solides, qui pourraient empêcher sa fermeture totale.

La vanne papillon est une vanne « quart de tour ». Son actionnement nécessite une rotation de 90° entre la position ouverte et la position fermée. Pour les gros diamètres, elle peut nécessiter un système d'actionnement équipé d'un engrenage démultiplicateur qui permet de compenser la pression qui s'exerce directement sur le papillon .Fig4.5.

Les vannes papillon sont conçues pour assurer une bonne étanchéité. Les vannes papillon de gros diamètre sont souvent proposées pour un montage à bride, et celles prévues par exemple pour les circuits de chauffage sont généralement des vannes à visser. Les vannes papillon présentent le plus souvent un encombrement minimal, notamment par rapport aux vannes à boisseau.

Caractéristiques importantes :

- contrôle de débit
- vanne quart de tour
- bonne étanchéité
- encombrement minimal

Inconvénients :

- non compatible avec les fluides chargés de particules

4.9.2. Les cas d'utilisation d'une vanne à boisseau[10]



Figure 4.6: vanne à boisseau

La vanne à boisseau est utilisée pour arrêter la circulation d'un fluide. La vanne à boisseau sphérique se présente sous la forme d'une sphère percée d'un trou, généralement de même diamètre que la canalisation. C'est une vanne « quart de tour » qui a l'avantage de n'opposer aucun obstacle à la circulation du fluide en position ouverte. Lorsque le trou du boisseau

possède le même diamètre que la canalisation, on dit que c'est une vanne « plein passage ».

Ce type de vanne assure une bonne étanchéité en position fermée. Fig4.6.

Cette vanne est utilisée aussi bien pour des liquides (eau, pétrole,...) que pour des gaz.

Certaines vannes à boisseau peuvent aussi être équipées d'un boisseau conique.

Les vannes à boisseau existent aussi en vanne 3 ou 4 voies. Dans ce cas là, on peut aussi les appeler vannes à secteur.

Caractéristiques importantes :

- vanne d'arrêt
- vanne quart de tour
- compatible avec les fluides liquides et gazeux

Inconvénients :

- Risque de coup de bélier

4.9.3. Les cas d'utilisation d'une vanne à soupape ou à piston[10]



Figure 4.7 : vanne à soupape

Les vannes à soupape et à piston(Fig4.7) fonctionnent sur le même principe. Une tige, au bout de laquelle se trouve une pièce en forme de soucoupe ou un piston, descend dans la vanne pour obstruer le passage du fluide. Ces vannes se prêtent particulièrement bien à la régulation d'un fluide en fonction de la pression dans la canalisation. En effet de nombreux actionneurs de vannes à soupapes contiennent un ressort de tarage qui va permettre d'ajuster l'ouverture de la vanne en fonction de la pression. Fig4.7.

Le principal inconvénient de ce type de vanne réside dans l'importante perte de charge. En outre, lorsque la pression du fluide est trop élevée, il est difficile d'actionner cette vanne en fermeture. Elles peuvent également se fermer très rapidement ce qui risque de provoquer un coup de bélier. Ces vannes existent aussi en modèle 3 voies.

Caractéristiques importantes :

- régulation de débit
- compatible avec une régulation de pression

Inconvénients :

- pertes de charge importantes
- risque de coup de bélier

4.9.4. Les cas d'utilisation d'une vanne à pointeau[10]



Figure 4.8 : vanne à pointeau

Les vannes à pointeau(Fig.4.8) sont notamment utilisées pour la régulation des fluides liquides ou gazeux à faible débit .Ce sont des vannes de petit diamètre conçues pour des applications à faible pression. Elles sont souvent appelées « robinets ». Généralement elles sont actionnées manuellement. On les retrouve très souvent dans les applications domestiques et les opérations de prélèvement de fluide. Elles sont peu onéreuses ce qui explique leur forte présence.Fig4.8.

Caractéristiques importantes :

- faible débit
- généralement à actionnement manuel
- peu onéreuses

4.9.5. Les cas d'utilisation d'une vanne à membrane [10]



Figure 4.9 : vanne à membrane

Les vannes à membrane (Fig.4.9) sont principalement utilisées dans les procédés hygiéniques et aseptiques, c'est-à-dire lorsque le fluide en circulation doit être isolé de toute contamination potentielle. Ces vannes fonctionnent avant tout en mode ouvert/fermé, même si dans certains cas elles peuvent servir pour la régulation du fluide. En position ouverte, ces vannes sont dites « plein passage » et ne créent quasiment pas de pertes de charge, car la membrane de fermeture dégage complètement le passage du fluide. L'étanchéité de ces vannes est excellente car il n'y a pas de contact direct entre le fluide et la tige, mais elles nécessitent une maintenance régulière pour vérifier le bon état de la membrane, surtout si le fluide est chargé en particules solides. Vous devez bien vérifier que la matière de la membrane est bien adaptée aux conditions de température et de pression pour éviter une usure prématurée. Fig.4.9.

Ces vannes sont principalement utilisées dans l'industrie agroalimentaire et dans l'industrie pharmaceutique. Il est également fréquent qu'elles soient employées dans l'industrie chimique et dans les applications ultra-pures, selon les matériaux qui les composent, notamment le matériau de la membrane. Les vannes à membrane conviennent aussi aux boues et aux liquides très visqueux.

Ce type de vanne n'est pas disponible pour les circuits de grosse section : généralement, les fabricants se limitent au DN350.

Caractéristiques importantes :

- pertes de charge limitées
- excellente étanchéité
- applications agroalimentaires, pharmaceutiques, chimiques
- compatible avec les fluides chargés de particules

Inconvénients :

- maintenance régulière
- petit diamètre nominal

4.9.6. Les cas d'utilisation d'une vanne à guillotine [10]



Figure 4.10 : Vanne à guillotine

Les vannes à guillotine (Fig.4.10) sont d'un emploi courant dans l'industrie papetière, l'industrie chimique, dans l'exploitation minière, les centrales énergétiques et les industries agroalimentaires. Elles présentent l'avantage d'être très compactes du fait du mouvement linéaire du volet d'obturation (plaque qui bloque le passage du fluide en position fermée). La vanne à guillotine est principalement une vanne d'arrêt, même si elle peut être utilisée comme vanne de régulation lorsque le volet d'obturation est placé en zone intermédiaire. Fig.4.10.

Les vannes à guillottes peuvent être utilisées pour les fluides chargés de particules solides tels que les eaux usées ou pour les boues. En règle générale, la vanne à guillotine est conçue pour être étanche du côté amont du circuit (du côté de l'arrivée du fluide), mais certaines vannes sont étanches des deux côtés, ce qui permet de les utiliser quel que soit le sens de circulation du fluide. En position ouverte, la perte de charge est très faible car la vanne ne provoque pas de changement de direction du fluide.

Par contre, le temps de fermeture et d'ouverture peut être très long et vous devez envisager une maintenance régulière pour remédier aux problèmes d'usure entre le volet d'obturation et les éléments d'étanchéité.

Caractéristiques importantes :

- faible encombrement en épaisseur
- faible perte de charge
- compatible avec les fluides chargés de particules

Inconvénients :

- ouvertures et fermetures lentes
- maintenance régulière

4.10. Dimensionnement Des Vannes De COOPER

4.10.1. Paramètres caractérisant une vanne

4.10.1. 1. Pertes de charges dans une vanne

Dans les systèmes compliqués ou de grande taille, il est conseillé de maintenir la perte de charge au travers de la vanne à un niveau minimum (10% à 25%). Par ailleurs, l'utilisateur a souvent ses propres spécifications concernant ce coefficient. Si la vanne se décharge à l'air libre et si le fluide véhiculé est un liquide, la perte de charge est bien évidemment égale à la pression d'entrée. Lorsque l'on procède au choix d'une vanne qui véhiculera un gaz ou de la vapeur, on ne peut prendre en compte, pour exprimer la perte de charge utilisée dans les formules, que 50 % de la pression d'entrée (couramment appelée perte de charge critique). Ceci s'applique même si la vanne doit débiter à l'air libre. Dans tous les autres cas, la perte de charge sera la différence entre les pressions d'entrée et de sortie.

La perte de charge dans la vanne est :

$$\Delta P = \frac{K \cdot d \cdot q_v^2}{S^2}$$

$$DP = P1 - P2$$

4.10.1. 2. Coefficient de débit Cv[7]

Débit traversant une vanne:

$$q_v = \frac{S}{\sqrt{K}} \sqrt{\frac{\Delta P}{d}}$$

d : densité du fluide

qv : débit volumique

S : section de passage au niveau siège-clapet

K : coefficient dépendant de la structure de la vanne

Pour caractériser leurs vannes, les constructeurs ont défini un débit les traversant dans des conditions standards : perte de charge et densité égales à 1, sans présager des unités : c'est le coefficient de débit de la vanne :

- le **Cv** exprime le nombre de Gallons US d'eau par min s'écoulant à travers d'une restriction donnée en créant une perte de charge d'un PSI.
- le **Kv** exprime le nombre de m³ d'eau par heure s'écoulant à travers d'une restriction donnée en créant une perte de charge d'un bar.

Qu'est-ce que le Cv d'une vanne ?[7]

Le coefficient de débit Cv, utilisé pour la première fois par Masoneilan en 1944, est devenu rapidement l'étalon universel de mesure du débit de fluide qui s'écoule dans une vanne. Ce coefficient est en effet si pratique qu'il est maintenant presque toujours employé dans les calculs qui conduisent au dimensionnement des vannes ou à la détermination des débits qui les traversent ;L'idée à la base est d'indiquer les possibilités de débit d'une vanne dans des conditions précises étant d'origine américaine, certains constructeurs indiquent le débit d'eau en 'gallons par minute' avec une ΔP de **1 PSI** (vanne ouverte en grand).

Ce débit particulier s'appelle : Le **Cv** de la vanne (*coefficient de débit de la vanne*).

Les manuels de calcul des constructeurs indiquent les méthodes de calcul du Cv, pour les liquides, les gaz, les vapeurs, dans les conditions les plus diverses.

Ces méthodes, et d'une façon générale, les calculs de dimensionnement de vannes de réglage sont souvent très complexes.

On exprime donc le Cv d'une vanne par la formule américaine suivante :

$$Cv = Q \sqrt{\frac{d}{\Delta P}}$$

Avec :

Q: débit en gallon US par minute

d: densité (par rapport à l'eau)

ΔP : perte de charge en psi

Note :

1 gallon US = 3,758 litres

1 PSI = 0,069 bar ou 69 HPa

Le Cv est un repère de grandeur au moyen duquel le technicien peut déterminer rapidement et avec précision la dimension d'une restriction connaissant les conditions de débit, de pression éventuellement d'autres paramètres annexes et ceci pour n'importe quel fluide. Le Cv est proportionnel à la section de passage entre le siège et le clapet.

$C_v = 0$, lorsque la vanne est fermée ;

$C_v = C_{v_ \{maxi\}}$ lorsque la vanne est complètement ouverte.

Le Cv dépend aussi du profil interne de la vanne et du type d'écoulement dans la vanne.

Qu'est-ce que le Kv d'une vanne ?

En fait pour nous les techniciens, il est plus facile de s'exprimer avec une ΔP en bar et un débit en m³/h. Donc le Kv est le Cv de vanne à part que nous sommes en unités métrique.

$$K_v = 0,86 \times C_v$$

La formule classique de calcul de Cv de vanne Pour les gaz :

$$C_v = \frac{Q}{295} \sqrt{\frac{d.T}{\Delta P(P_1 + P_2)}}$$

Q: débit en Nm³/h (1013mb et 15,6°C)

D: densité gaz dans les conditions standards calculée par rapport à celle de l'air prise= 1

T: température absolue en Kelvin

P1: pression amont en bars abs.

P2: pression aval en bars abs.

ΔP : P1 - P2 en bars

4.10.2. Calcul du Cv par rapport au guide ASCO[8]

Les formules nécessaires pour déterminer le coefficient de débit (K_v, C_v) sont assez compliquées. C'est la raison pour laquelle on a opté pour le guide ASCO pour le dimensionnement de nos trois vannes au niveau du compresseur COOPER. Sachant que ce dernier se base sur une série d'abaques bien définies afin de déterminer les facteurs (f_{gm} et f_{gl}) pour le calcul du (K_v, C_v).

4.10.2.1. Vanne aspiration XV 173.Asp

- **Débit**

$Q(Nm^3/h)$: débit volumétrique à travers la vanne

$Q(m^3/h) = Q \text{ massique}(kg/h) / \text{densité}(kg/m^3)$

$Q(m^3/h) = 15000 / 2,4 = 6250$

$Q(Nm^3/h) = Q(m^3/h) \times P \text{ abs}$

$Q(Nm^3/h) = 6250 \times (0,04 + 1,013)$

$Q = 6581,25 Nm^3/h$

- **Perte de charge**

$\Delta p = 25\% \times P1$

Perte de charge $\Delta p = 25\% \times 0,04 \text{ bar}$

$\Delta p = 0,01 \text{ bar}$

- **Le coefficient F_{gm}**

Trouver le F_{gm} à partir de l'intersection de la pression d'entrée 0,04 bar et de la caractéristique de perte de charge Δp

Descendre pour trouver $F_{gm} = 2,875$.

Le coefficient correspondant F_{gl}

$F_{gl} = 0,175$

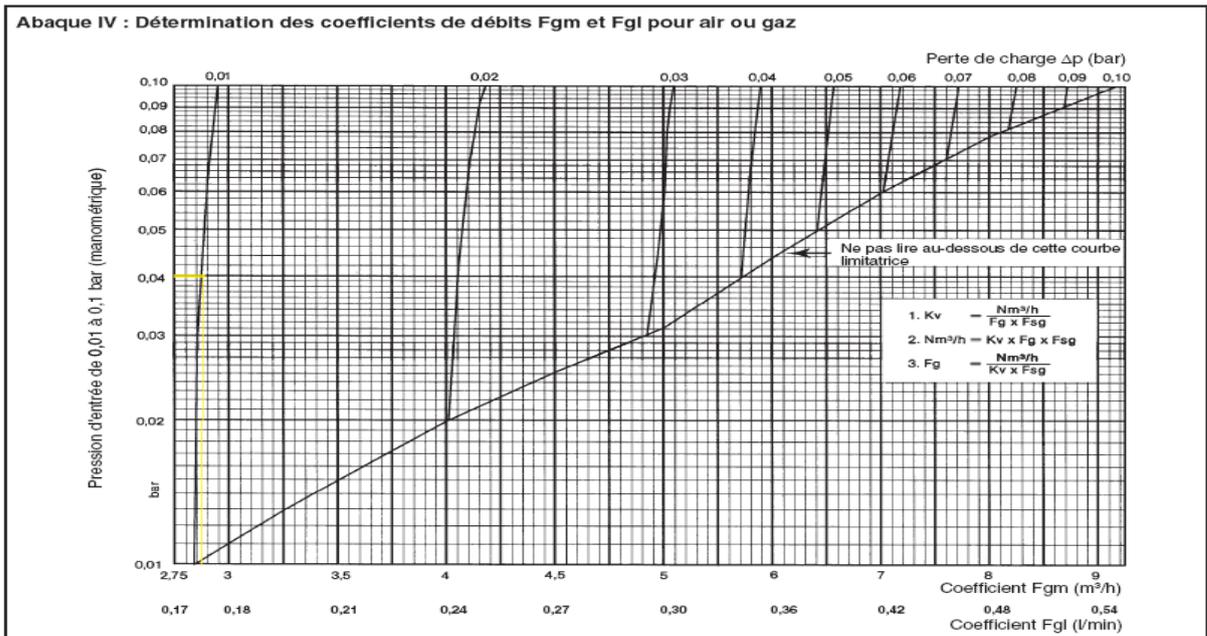


Figure 4.11: abaque détermination des coefficients fgm et fgl pour vanne aspiration

- **Le coefficient Fsg**

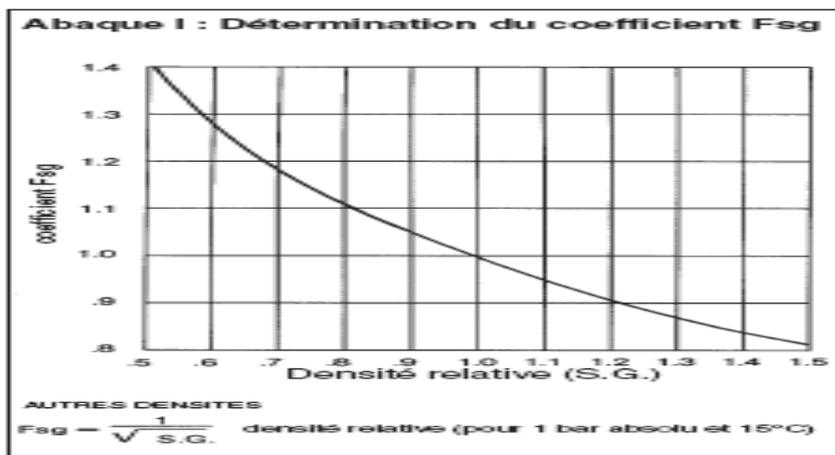


Figure 4.12 : abaque détermination du coefficient fsg pour vanne aspiration

$$F_{sg} = \frac{1}{\sqrt{S.G.}}$$

La densité (S.G=2 ,4)

$$F_{sg}=0,65$$

Le Fsg correspondant à la densité relative

La formule utilisée sera :

$$Kv \text{ (Nm}^3\text{/h)} = \frac{Q \text{ (Nm}^3\text{/h)}}{F_{gm} \cdot F_{sg}}$$

$$Kv \text{ (NI/min)} = \frac{Q \text{ (Nm}^3\text{/h)}}{F_{gl} \cdot F_{sg}}$$

Application numérique

$$Kv = 6581,25 / (2,875 \times 0,65)$$

$$Kv = 3521,74 \text{ Nm}^3\text{/h}$$

4.10.2. 2. Vanne refoulement XV 174.Ref

- **Debit**

Q(Nm³/h) : débit volumétrique à travers la vanne

$$Q(\text{m}^3\text{/h}) = Q \text{ massique}(\text{kg/h}) / \text{densité} (\text{kg/m}^3)$$

$$Q(\text{m}^3\text{/h}) = 15000 / 13 = 1153,8$$

$$Q(\text{Nm}^3\text{/h}) = Q(\text{m}^3\text{/h}) \times P \text{ abs}$$

$$Q(\text{Nm}^3\text{/h}) = 1153,8 \times (7 + 1,013)$$

$$Q = 9245.4$$

- **Perte de charge**

$$\Delta p = 10\% \times P1$$

- **Le coefficient Fgm**

Trouver le Fgm à partir de l'intersection de la pression d'entrée 7 bar et de la caractéristique de perte de charge $\Delta p = 0,7$ bar.

Descendre pour trouver Fgm = 63

Le coefficient correspondant Fgl

$$Fgl = 3,7$$

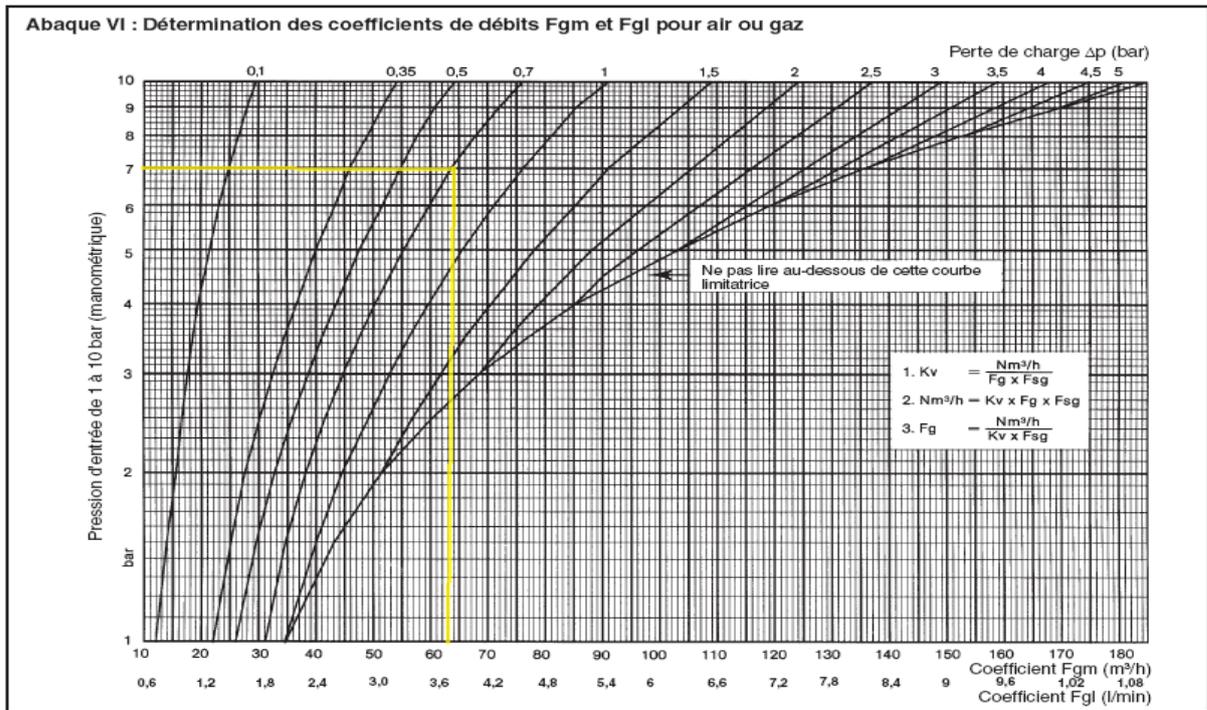


Figure 4.13 : abaque détermination des coefficients fgm et fgl pour vanne refoulement

- Le coefficient Fsg

$$F_{sg} = \frac{1}{\sqrt{S.G.}}$$

$$F_{sg} = 0,28$$

La densité (S.G.=13)

Le Fsg correspondant à la densité relative

La formule utilisée sera :

$$K_v \text{ (Nm}^3\text{/h)} = \frac{Q \text{ (Nm}^3\text{/h)}}{F_{gm} \cdot F_{sg}}$$

$$K_v \text{ (l/min)} = \frac{Q \text{ (Nm}^3\text{/h)}}{F_{gl} \cdot F_{sg}}$$

Application numérique

$$K_v = 9245,4 / (63 \times 0,28)$$

$$K_v = 524,1 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

4.10.2. 3. Vanne Event XV 172.ev

Pour le cv, on aura le même que celui de la vanne d'aspiration.

4.10.2. 4. Calcul du Cv avec correction de température[8]

Les formules pour les gaz ne s'appliquent avec précision que pour une température de fluide de 20°C (dans le cadre de ce catalogue, le mètre cube standard Nm3 a été défini pour 20°C et 1,013 bar absolu).

A température différente t₂ (°C) – voir (Figure 3.21.) abaque II - la valeur du coefficient de débit K_{v1} doit être modifiée à l'aide du coefficient correcteur suivant :

$$F_t = \sqrt{\frac{293}{273 + t_2}}$$

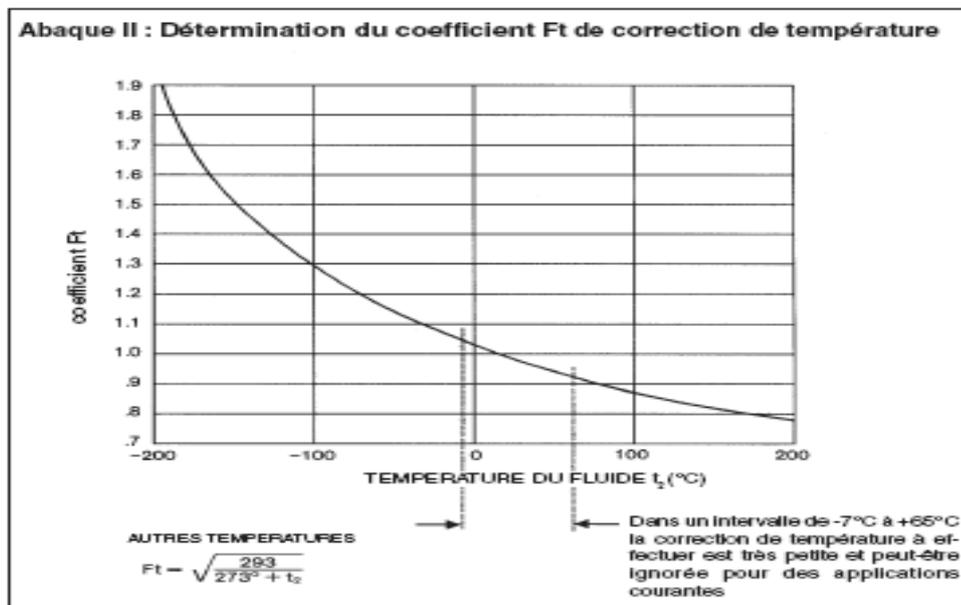


Figure 4.14 : abaque détermination du coefficient ft

Le coefficient de débit réel est

$$Kv_2 = \frac{Kv_1}{F_t}$$

Application numérique

Vanne aspiration

$T^\circ = -44,5 \text{ }^\circ\text{C}$

$F_t = \sqrt{293/228,5}$

$Kv_2 = 3116,6 \text{ Nm}^3/\text{h}$

$F_t = 1,13$

Vanne refoulement

$T^\circ = 60^\circ\text{C}$

$F_t = \sqrt{293/333}$

$Kv_2 = 563,5 \text{ Nm}^3/\text{h}$

$F_t = 0,93$

4.10.3. Principales Normes, Directives Et Dispositifs Applicables Aux vannes[8]

4.10.3.1.L'indice De Protection Ip Selon La Norme Nf C71000[8]

Sélection de l'indice en fonction de l'implantation de la vanne

Symbole IP suivi de 2 chiffres : ex. IP65 Fig.4.15.

Le premier chiffre indique le degré de protection contre les contacts avec les parties sous tension, pièces internes en mouvement, pénétration des corps étrangers.

Le second chiffre indique le degré de protection contre la pénétration des liquides.

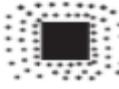
Premier chiffre : Protection contre les corps solides	Deuxième chiffre : Protection contre les liquides
<p>4 </p> <p>5 </p> <p style="margin-left: 20px;">Protégé contre les poussières (pas de dépôt nuisible)</p> <p>6 </p> <p style="margin-left: 20px;">Totalement protégé contre les poussières</p>	<p>0  pas de protection</p> <p>1  protégé contre les chutes vertical des gouttes d'eau (condensation)</p> <p>2  protégé contre les chutes des gouttes d'eau jusqu'à 15° de la vertical</p> <p>3  protégé contre l'eau en pluie jusqu'à 60° à la vertical</p> <p>4  protégé contre les projections d'eau de toutes directions</p> <p>5  protégé contre les jets d'eau de toutes directions à la lance</p> <p>6  protégé contre les projections d'eau assimilables aux paquets de mer</p> <p>7  protégé contre les effets de l'immersion</p> <p>8  protégé contre les effets prolongée de l'immersion sous pression</p>

Figure 4.15 : détermination de l'indice IP

4.10.3.2. ATEX [8]

La réglementation ATEX (Fig4.16.) est une directive européenne qui demande à tous les responsables d'établissements de maîtriser les risques relatifs à l'explosion de certaines atmosphères. Pour cela, une évaluation du risque d'explosion dans l'entreprise est nécessaire pour permettre d'identifier tous les lieux où peuvent se former des atmosphères explosives et ainsi mettre en œuvre les moyens d'éviter les explosions.

Il y a risque d'explosion lorsque plusieurs éléments sont en présence :

- Un comburant : l'oxygène de l'air par exemple.

• Un combustible :

- Gaz ou vapeurs : hydrocarbures, solvants, vernis, diluants, essence, alcool, colorants, parfums, produits chimiques, agents de fabrication des matières plastiques, etc.

- Poudres ou poussières : magnésium, aluminium, soufre, celluloses, céréales, bois, etc.

Par exemple, lors du remplissage d'un silo à grains, la concentration de poussières est très élevée.

L'atmosphère est alors dangereuse.

Un grand nombre de fabricants de vannes font certifier leur matériel ATEX.

Exemple de marquage						
L1	2	G	EEX	ia	IIc	T6
Lieu d'utilisation	Catégorie de matériel	Nature de l'atmosphère		Mode de protection	Caractéristique de l'atmosphère	Température maximal de surface de l'appareil
1 voir	2 voir	3 voir		4 voir	5 voir	6 voir

Détail des renvois		
	Division	Catégorie
1	Groupe I	Mines griacuteusée
	Groupe II	Surface
2	Classe 1	Zone d'utilisations 0 ou 20
	Classe 2	Zone d'utilisations 1 ou 21
	Classe 3	Zone d'utilisations 2 ou 22
3	G	Atmosphère de gaz
	D	Atmosphère de poussière
4	D	Enveloppe antidéflagrante
	e	Sécurité augmenté
	i (ia et ib)	Sécurité intrinsèque
	m	Encapaulage
5	Groupe IIA	CH₄ – NH₃ – C₃H₆ – C₄H₁₀
	Groupe IIB	Ethylène C₂H₄ et dérivée
	Groupe IIC	Hydrogène – acétylène – sulfure de carbone
6	T1	450 °C
	T2	300 °C
	T3	200 °C
	T4	135 °C
	T5	100 °C

Description des zones			
Gaz	Poussières	Durée de risque	Mode de protection
0	20	Risque permanent (plus de 1000 h. /an)	Ia
1	21	Risque permanent (de 0 à 1000 h. /an)	d-e-m-ia
2	22	Risque épisodique	d-e-m-ia-ib

Figure 4.16 : détermination du code ATEX

Résultat

ATEX : II 1 G d IIA T4

4.10.3.3. La Sécurité Feu[8]

Pour un certain nombre d'applications, les vannes doivent être de conception "sécurité feu" notamment en cas d'ATEX.

Objectifs :

- Conservation de l'étanchéité en ligne pendant et après un feu.
- Conservation de l'étanchéité vers l'extérieur pendant et après un feu.
- Manœuvrabilité après le feu.

Les essais correspondants sont décrits dans la norme NF EN IOS 10497.

4.10.3.4. Dispositifs Antistatiques[8]

Conception des vannes qui assurent une continuité électrique entre tous les composants en contact avec le fluide et l'enveloppe. Cette conception est intimement liée avec l'usage en zone ATEX. Les appareils de robinetterie de conception antistatique doivent assurer une

continuité électrique entre la tige et le corps. Lorsqu'il est impossible d'assurer la continuité électrique avec un dispositif interne à l'appareil, et aussi dans le cas d'appareils à brides, la continuité électrique est assurée par l'emploi d'une tresse métallique entre les parties de l'appareil ou entre l'appareil et la tuyauterie à laquelle il est raccordé (brides).

4.10.3.5. Émissions Fugitives[8]

Dans la pétrochimie, les robinets industriels sont considérés comme les principales sources d'émissions fugitives de COV (Composés Organiques Volatils). Depuis quelques années, des normes, des spécifications utilisateurs ou des réglementations proposent des procédures (essais de type ou essais de production) visant à caractériser et qualifier les performances des robinets ou des systèmes d'étanchéité des tiges de manœuvre.

Les principales références :

- Norme ISO 15848-1&2.
- Les MESC Shell SPE 77-300 et 77-312.
- La spécification VDI 2440 liée à la TA Luft.
- La norme API 622.

4.10.4. Exigences générales

- Les vannes de sectionnement fournies seront installées dans une zone dangereuse classifiée (Zone ATEX classe II), et un environnement marin et polluant.
- Les vannes de sectionnement à commande pneumatiques devront être de type à papillon, boisseau sphérique et à soupape.
- Les servomoteurs pneumatiques devront être de type diaphragme à ressort.
- Les vannes doivent avoir de bonne étanchéité et sans blocage pour des fermetures de longues durées avec classe d'étanchéité selon API-598 et ANSI / FCI 70-02.
- Les matériaux de fabrication des éléments de vannes doivent être construits selon les normes internationales de la dernières révisions.
- Les vannes doivent être protégées contre la corrosion par un système de revêtement selon les normes en vigueur.
- La presse étoupe doit être de type à moindre frottement à garniture selon les normes en vigueur.

- En aucun cas, les jeux de joints garniture d'étanchéité ne doivent contenir de l'amiante.
- Les interrupteurs de fin de course doivent être du type mécanique avec microcontacts ou des interrupteurs de proximité inductifs en conformité avec le standard IEC 60947-5-6 (NAMUR) et doivent être certifiée pour atmosphère explosive.
- Les boîtiers des fins de course ayant le degré de protection minimal IP 65 et doivent être robuste apte à résister à l'impact de la chute d'objets pendant le fonctionnement normal ou d'entretien.
- Chaque fin de course doit être munie de deux contacts, un (O1) pour la fermeture et un (C1) pour l'ouverture. Les identifications des fins de course doivent marquées de la façon suivante :
 - ZSO: (Proximity Switch of Opening) vanne ouverte
 - ZSC: (Proximity Switch of Closing) vanne fermée
- Une flèche sur le corps de la vanne indiquera la direction de l'écoulement du fluide. Cette flèche peut être partie du moulage du corps ou peut être une étiquette en acier inoxydable rattachée en permanence au corps.
- Les boîtiers de raccordement électrique doivent être conformes aux règles de sécurité intrinsèque.
- L'alimentation électrique des électrovannes pour les vannes à servomoteur pneumatique devra être 220V AC0.1A.
- Le boîtier des électrovannes doit avoir un indice minimal de protection IP65.
- Les électrovannes doivent être à trois voies résistant aux vibrations et certifiées à la norme ATEX.
- Les vannes de sectionnement doivent être intrinsèquement Failsafe assurant un retour de la vanne en position initiale (normalement ouverte ou normalement fermée) en cas de coupure de l'alimentation électrique ou air instrument.
- Les vannes pneumatiques de sectionnement doit convenir pour des installations sur des lignes horizontales ou verticales.
- Les joints des brides doivent être métalloplastiques de type spiralé à anneau de renforcement intérieur et extérieur. Dans le cas des brides, les dimensions et série doivent conforme à la norme ANSI/ASME B 16.5.

Chapitre IV : Choix et dimensionnement des vannes

- Le niveau de bruit mesuré à 1 mètre ne doit pas dépasser pas 85dB(A).

4.11. Fiche techniques des vannes

4.11.1.Fiche de spécification vanne d'isolation au niveau d'aspiration

ON-OFF INLET VALVE SPECIFICATIONS						
1-données générales	1	Tag Number		XV173.Asp		
	2	Fonction		ON -OFF INLET VALVE FOR COMPRESSOR COOPER 430/6101		
	3	Quantité		01		
	4	N° Line.		14" D1W 9326 PX C75		
	5	Dimension Line	Schedule	14"	Sch 20	
2-corps de vanne	6	Type de Corp.		Vanne papillon		
	7	Dimension du Corp.		14"		
	8	La classe	Connections.	150 #	RF FLG	
	9	Position de montage		Vertical		
	10	Body /Bonnet Material		A 352 Gr.LCB		
	11	Coefficient de debit Kv		Kv=3116,6 Nm3/h		
	12	TrimCharacteristic		ON – OFF		
	13	Etanchéité du siège		ANSI Class VI		
14	Niveau sonore maximale admissible		85 Dba			
3-actionneur	15	Type d »actionneur		Diaphragme a ressort		
	16	Type de montage I alimentation		On Valve I AIR		
	17	Position de sécurité de la Vanne		CLOSE		
	18	Close At	Open At	Barg	0.2	1.0
	19	Volant		Required		
4-conditions de service	20	Fluide	Etat du fluide	PROPANE	Gas	
	21	Densité		2.4 kg/m3		
	22	viscosité		0.007 mPa.s		
	23	Masse Moléculaire		41.31		
	24	Température Norm	Max	°C	- 44.5	
	25	Pression Norm	Max	Barg	0.04	
	26	Débit Norm	Max	Kg/hr	15 000	
5-électrovanne	27	Electrovanne		Ok		
	28	Filtre réducteur		Ok		
	29	Alimentation		220 VDC 0.1A		
	30	Quantité		1		
	31	Nb de voies		3 Ways		
	32	Quantité		1		
	33	Entré de câble		1/2" NPTF pour presse étoupe anti déflagrant double compression		
	34	Quantité de contacts		(ZSO=1 & ZSC=1)		

Chapitre IV : Choix et dimensionnement des vannes

7- protection électrique	35	Electrovanne / fin de courses	II 1 G d IIA T4 / IP 65 minimum
---------------------------------	-----------	-------------------------------	---------------------------------

4.11.2. Fiche de spécification vanne d'isolation au niveau du refoulement

ON-OFF OUTLET VALVE SPECIFICATIONS				
1-données générales	1	Tag Number		XV174.ref
	2	Fonction		ON-OFF VALVE FOR OUTLET COOPER COMPRE
	3	Quantité		01
	4	N° Line.		6"D1Z 1608 PX/ 6"D1Z 1609 PX
	5	Dimensio	Schedule	6" Sch 40
2-corps de vanne	6	Type de Corp.		Vanne a boisseau sphérique
	7	Dimension du Corp.		6"
	8	La classe	Connections.	150 # RF FLG
	9	Position de montage		Vertical
	10	Body /Bonnet Material		A 216 Gr.WCB
	11	Coefficient de debit		Kv=563,5 Nm3/h
	12	TrimCharacteristic		ON – OFF
	13	Etanchéité du siège		ANSI Class VI
3-actionneur	14	Niveau sonore maximale admissible		85 dBA
	15	Type d »actionneur		Diaphragme a ressort
	16	Type de montage I alimentation		On Valve I AIR
	17	Position de sécurité de la Vanne		CLOSE
	18	Close At	Open At	Barg 0.2 1.0
4-conditions de service	19	Volant		Nécessaire
	20	Fluide	Etat du fluide	PROPANE Gaz
	21	Densité		kg/m3 13
	22	viscosité		mPa.s 0.009
	23	Masse Moléculaire		41.25
	24	Température	Max	°C 60
	25	Pression	Max	Barg 7
26	Norm Débit	Max	Kg/hr 15 000	
5-électrovanne	27	Electrovanne		Ok
	28	Filtre réducteur		Ok
	29	Alimentation		220 VDC 0.1A
	30	Quantité		1
	31	Nb de voies		3 Ways
	32	Quantité		1

Chapitre IV : Choix et dimensionnement des vannes

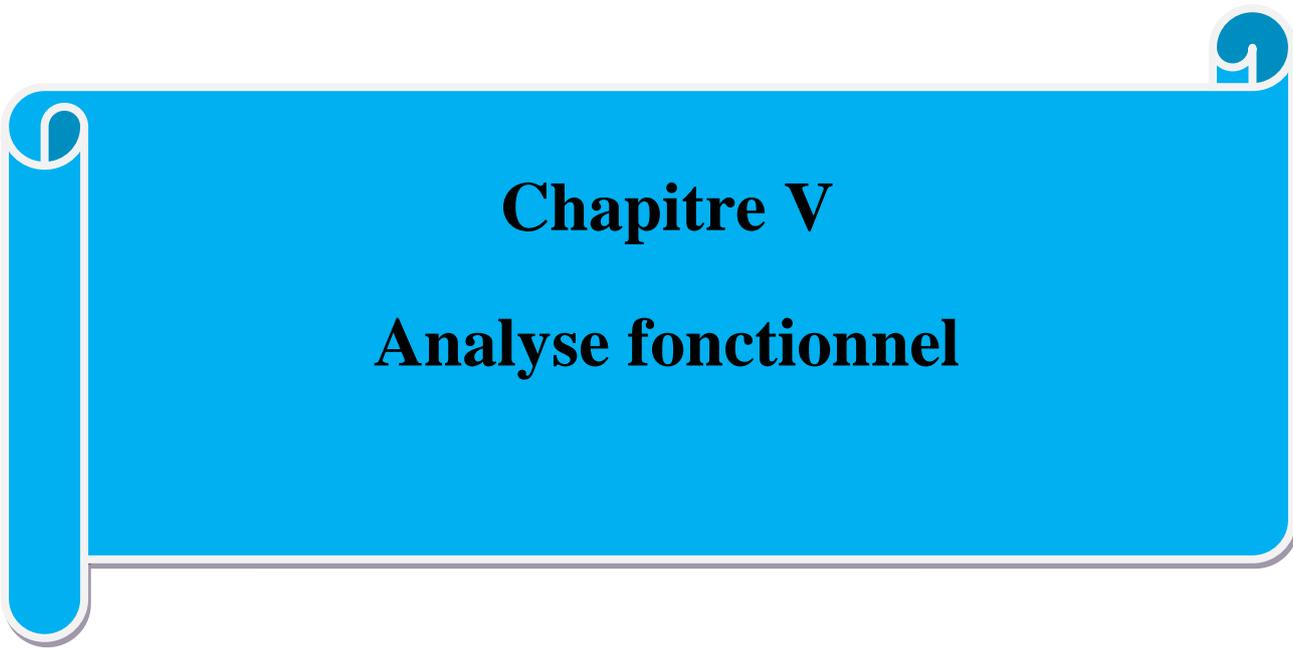
	33	Entré de câble	1/2" NPTF pour presse étoupe anti déflagrant double compression
	34	Quantité de contacts	(ZSO=1 & ZSC=1)
7- protection électrique	35	Electrovanne / fin de courses	II 1 G d IIA T4/ IP 65 minimum

4.11.3. Fiche de spécification vanne d'isolation au niveau de l'évent vers torche

ON-OFF VALVE TO TORCH SPECIFICATIONS				
1-données générales	1	Tag Number		XV172.eve
	2	Fonction		ON-OFF VALVES TO TORCH OF COOPER COMPRE 430/6101
	3	Quantité		01
	4	N° Line.		2" D1Z xxxx FA
	5	Dimension Line	Schedule	2" Sch 40
2-corp de vanne	6	Type de Corp.		Vanne a soupape
	7	Dimension du Corp.		2"
	8	La classe	Connections.	150 # RF FLG
	9	Position de montage		Horizontale
	10	Body /Bonnet Material		A 216 Gr. WCB
	11	Coefficient de debit Kv		Kv=563,5 Nm3/h
	12	TrimCharacteristic		ON – OFF
	13	Etanchéité du siège		ANSI Class VI
3-actionneur	14	Niveau sonore maximale admissible		85 dBA
	15	Type d'actionneur		Diaphragme a ressort
	16	Type de montage I alimentation		On Valve I AIR
	17	Position de sécurité de la Vanne		OPEN
	18	Close At	Open At	Bar 0.2 1.0
4-conditions de service	19	Volant		nécessaire
	20	Fluide	Etat du fluide	PROPANE Gaz
	21	Densité		kg/m3 13
	22	viscosité		mPa.s 0.009
	23	Masse Moléculaire		41.25
	24	Température Norm	Max	°C 60
	25	Pression Norm	Max	Bar 7
5-électrovanne	26	Débit Norm	Max	Kg/hr /
	27	Electrovanne		Ok
	28	Filtre réducteur		Ok
	29	Alimentation		220 VDC 0.1A
	30	Quantité		1

Chapitre IV : Choix et dimensionnement des vannes

	31	Nb de voies	3 Ways
	32	Quantité	1
	33	Entré de câble	1/2" NPTF pour presse étoupe anti déflagrant double compression
	34	Quantité de contacts	(ZSO=1 & ZSC=1)
7- protection électrique	35	Electrovanne / fin de courses	II 1 G d IIA T4 / IP 65 minimum



Chapitre V
Analyse fonctionnel

5.1. Description de la logique de contrôle [11]

L'automate fournit la logique standard pour la marche du compresseur. Ceci inclus :

Contrôle de la pompe d'huile auxiliaire;

Contrôle du moteur d'entraînement;

Logique local/distance;

Opérations des alarmes et déclenchements.

5.2. Matériel du système de contrôle [11]

Le matériel de contrôle est composé des éléments suivants :

. Un panneau PLC principal (NEMA 4) localisé dans un environnement sécuritaire qui contient :

- Contrôleur PLC S7-400 de Siemens.
- Modules d'E/S pour interagir avec les démarreurs de moteurs et les signaux de la salle de contrôle.
- Interface opérateur MP270 de Siemens.
- Deux ensembles de boutons poussoirs et lampes témoins pour opérer chaque compresseur indépendamment de la salle de contrôle.
- Bloc d'alimentation 24Vdc pour l'instrumentation.
- Divers terminaux et éléments de panneau.
- Moyeux optiques Profibus pour la communication avec les panneaux locaux des compresseurs et le DCS du client.

. Deux panneaux locaux NEMA 4 montés sur chaque ensemble compresseur dans un environnement de catégorie Zone 1 qui contiennent :

- Modules d'E/S déportés ET-200 de Siemens
- Moyeu optique Profibus
- Terminaux vers le panneau PLC et les instruments du chantier
- Système de purge du panneau
- Interface opérateur MP270

- Boutons poussoirs et lampes témoins pour opérer le compresseur

5.3. Contrôle de la pompe d'huile auxiliaire [11]

5.3.1. Description de la pompe d'huile [11]

La pompe à huile est une pièce de moteur à combustion interne qui fait circuler l'huile moteur sous pression vers les paliers rotatifs, les pistons coulissants et l'arbre à cames du moteur. Cela permet de lubrifier les paliers, d'utiliser des paliers fluides de plus grande capacité et d'aider à refroidir le moteur.

5.3.2. But de lubrification [11]

L'huile pour compresseur est un élément essentiel pour maintenir une installation d'air comprimé saine. Principalement un liquide de refroidissement, l'huile élimine la chaleur générée pendant le processus de compression. Une huile de compresseur de qualité réduit l'usure des pièces rotatives en utilisant divers additifs pour empêcher le métal de frotter contre le métal ; en d'autres termes, l'huile refroidit le système afin que l'élément ne surchauffe pas.

5.3.3. Contrôle de la pompe d'huile [11]

La pompe électrique d'huile auxiliaire est contrôlée par la logique du PLC. Le système est conçu pour que la pompe d'huile auxiliaire passe en marche en cas de défaut afin qu'elle fournisse l'huile de lubrification nécessaire lors de situations anormales.

Lors de la mise en marche du système, la pompe d'huile auxiliaire est démarrée.

La pompe d'huile auxiliaire sera arrêtée seulement lorsque la machine est en marche que le temps de délai de charge est écoulé et que la pression d'huile est au-dessus du point de consigne d'alarme de pression d'huile de lubrification.

La pompe d'huile auxiliaire démarre si le bouton poussoir arrêt du système est activé ou si la pression d'huile de lubrification tombe au-dessous de son point de consigne d'alarme.

Si lors de la marche du système, la pression d'huile de lubrification tombe sous son niveau d'alarme, la pompe d'huile auxiliaire démarrera. Le niveau bas de pression d'huile sera également annoncé.

La pompe d'huile auxiliaire demeurera en marche jusqu'à ce que le bouton poussoir RESET soit activé. Si la condition de pression basse d'huile de lubrification est encore présente, le

contrôleur forcera à nouveau une alarme et la pompe d'huile auxiliaire ne s'arrêtera pas. Si la condition d'alarme n'est plus présente, la pompe d'huile auxiliaire sera arrêtée jusqu'à ce que son utilisation soit de nouveau requise.

Le démarreur de la pompe d'huile inclus un contact de relais qui s'énergise pour stopper la pompe

5.4. Contrôle des vannes d'isolation [11]

Les vannes d'isolation de l'entrée et de la décharge sont activées lorsque le moteur principal est démarré. Les deux vannes sont désactivées lorsque le moteur principal est arrêté.

5.5. Soupape d'échappement [11]

La soupape d'échappement, PCV-172, est activée pendant que le compresseur est en marche.

Lorsque le moteur principal est arrêté, la soupape d'échappement est désactivée pour permettre son ouverture. Elle demeurera désactivée jusqu'à ce que la pression d'entrée tombe sous le point de consigne ajustable de **PRESSION RÉSIDUELLE**

5.6. Contrôle du moteur du ventilateur [11]

Le ventilateur de refroidissement est démarré lorsque le moteur principal est démarré.

Suite à l'arrêt du moteur principal, le ventilateur demeure en marche jusqu'à ce que le **DÉLAI D'ARRÊT VENTILATEUR** soit expiré.

5.7. Contrôle du moteur d'entraînement [11]

5.7.1. Description du moteur d'entraînement [11]

Un entraînement par moteur signifie un système qui comprend un moteur à vitesse réglable, Si le moteur génère de l'énergie électrique au lieu de l'utiliser, on peut parler d'un entraînement par générateur, mais il est souvent fait référence à un entraînement par moteur.

5.7.2. Contrôle du moteur [11]

Le contrôleur API se connecte au centre de contrôle des moteurs (CCM) avec un circuit départ/arrêt à 2 fils.

Lorsque le compresseur est prêt à démarrer, la permissive de démarrage du moteur est activée.

La sortie de permissive de démarrage du moteur agit comme le contact ARRÊT au CCM.

La marche du CCM est permise lorsque la sortie de permissive du moteur est activée.

Le CCM arrête lorsque la sortie de permissive du moteur est désactivée.

Lorsque le bouton poussoir START du compresseur est activé, la sortie de marche du moteur est activée par un front montant de 5 secondes. Ceci devrait permettre au contacteur du moteur de s'engager. Un contact auxiliaire du moteur est utilisé pour contourner la sortie de marche de l'API. Si ce contact n'est pas reçu au PLC après que la commande de marche a été envoyée, le contrôleur déclenchera sur une Faute Moteur.

Aussi, si l'API ne reçoit pas de lecture du courant de moteur après le temps de délai de charge, il déclenchera le moteur avec une Faute Moteur.

La sortie de l'API de permissive de démarrage du moteur est utilisée pour faire ouvrir le contacteur du démarreur dans les conditions de déclenchement, ou d'une séquence normale d'arrêt du moteur.

5.8. Opération des alarmes et des déclenchements [11]

Le contrôleur PLC surveille l'opération du compresseur en utilisant les diverses entrées analogues. Les entrées analogues peuvent avoir des niveaux d'alarme et de déclenchement associés selon les spécifications de la machine.

Si un niveau d'alarme est dépassé, le contrôle reconnaîtra la situation et activera une alarme.

La lampe témoin d'alarme sera alors activée. Appuyer sur le bouton RESET à l'avant du panneau fera un silence de cette alarme.

Si le point surveillé est retourné à un niveau normal suite à son silence retombe dans un état d'alarme, l'alarme est réactivée et devra être acquittée à nouveau.

L'écran « Liste d'activité » donne une étampe de temps/date des alarmes et de certains évènements se produisant sur le compresseur.

D'une façon similaire, si une entrée analogique dépasse le niveau de déclenchement de la machine, le contrôleur PLC déclenchera le compresseur (forcera son arrêt). La séquence de déclenchement est la suivante :

- Démarrer la pompe d'huile auxiliaire ;
- Arrêt du moteur principal ;
- Ouverture de la vanne de recyclage ;
- Fermeture de la vanne papillon d'entrée ;
- Activation de la lampe stroboscopique de déclenchement ;
- Activation du klaxon.

Quand une alarme a été acquittée, l'affichage indiquera : « en marche avec alarme », mais les messages seront effacés. La cause de l'alarme peut être déterminée en regardant la page écran de la liste d'étiquettes sur laquelle les canaux en défauts seront surlignés.

Aussi, le rapport d'activité indiquera la dernière alarme par canal et temps.

5.9. La protection de compresseur [11]

5.9.1. System d'isolation [11]

Dans les industries pétrochimiques, les compresseurs acheminent de grands volumes de gaz à haute pression, l'isolement de ces équipements au niveau des lignes d'aspiration et de refoulement est toujours recommandé afin de pouvoir les alimenter via le circuit sur lequel ils sont raccordés ou de stopper leur alimentation, afin de les mettre hors-service lors d'un déclenchement en cas de situation dangereuse d'une part, ou pour y appliquer une maintenance d'autre part.

Ils doivent donc être adaptés à un procédé où l'ouverture rapide des vannes est une priorité.

La vanne d'isolement n'ayant pour rôle que d'ouvrir et de fermer totalement un circuit, nous l'avons choisi de préférence parmi les vannes « quart de tour » qui ont pour avantage une manœuvre rapide ($\frac{1}{4}$ de tour suffit).

Il est important de sélectionner convenablement les vannes d'isolement afin d'assurer une fermeture étanche aux fuites pour éviter tout dommage à l'équipement et assurer la sécurité des agents de maintenance.

5.9.2. System d'anti pompage [11]

5.9.2.1. Description du pompage [11]

Le pompage du compresseur est une forme d'instabilité aérodynamique dans les compresseurs axiaux ou les compresseurs centrifuges. Le terme décrit un flux d'air violent oscillant dans la direction axiale d'un compresseur, ce qui indique que la composante axiale de la vitesse du fluide varie périodiquement et peut même devenir négative.

5.9.2.2. Les causes de pompage du compresseur [11]

- Défaillance du moteur.
- Mauvaise répartition de la charge dans le compresseur.
- Panne de courant.
- Restrictions à l'entrée et à la sortie du système.
- Conditions de processus perturbées.
- Perte de vitesse involontaire.
- Problèmes de démarrage et d'arrêt.
- Défaillance des mécanismes anti-saturation.

5.9.2.3. Effet de pompage [11]

Le pompage est catastrophique pour le compresseur et l'ensemble de la machine. Lorsque le coup de bélier se produit, le point de fonctionnement d'un compresseur, qui est généralement indiqué par le pair débit massique/rapport de pression, se déplace le long d'un cycle de coup de bélier sur la carte des performances du compresseur. L'instabilité des performances causée par le pompage du compresseur n'est pas acceptable pour les machines sur lesquelles un compresseur est monté pour ventiler ou densifier l'air. En plus d'affecter les performances, le pompage du compresseur est également accompagné de bruits forts.

5.9.2.4. Prévenir le pompage [11]

Dans l'industrie pétrolière et gazière, le fonctionnement des compresseurs de gaz dans des conditions de pompage est empêché par l'instrumentation autour du compresseur.

Le débit de gaz mesuré (FT) dans la conduite d'aspiration du compresseur ainsi que la pression d'aspiration (PT), et parfois la température d'aspiration (TT) et la pression (PT) dans la conduite de refoulement sont introduites dans le régulateur d'anti pompage.

Les algorithmes du régulateur utilisent les données pour établir les performances de la machine ; les données identifient le point de fonctionnement en termes de débit et de hauteur développée. Lorsque le fonctionnement du compresseur s'approche du point de pompage, le contrôleur module soit une vanne de régulation du débit (FCV) dans la ligne de recyclage, soit ajuste la vitesse (SC) de l'entraînement du compresseur

5.9.3. Régulation du système Anti-Pompage (PCV 171) [11]

5.9.3.1. Contrôleur Ratio Pression (PRIC- 172) [11]

Consigne : 20 kg/cm²

Mesure : PT134/PT131

Le ratio de pression mesure la différence entre la pression d'entrée et de décharge du compresseur.

Si un ratio excessif est rencontré, la vanne de recyclage sera ouverte pour réduire la différence de pression.

5.9.3.2. Contrôleur cap de pression (PIC-172) [11]

Consigne : 8,70 kg/cm²

Mesure : PT134

Si la pression de décharge du compresseur excède la consigne ; ce régulateur entre en jeu de façon que la vanne de recyclage s'ouvre pour diminuer davantage la pression de refoulement

5.9.3.3. Contrôleur de Pression (PIC-165) [11]

Consigne : 8,6 Kg/cm²

Mesure : PT134

Ce régulateur a pour but de maintenir la mesure (pression de décharge) à sa consigne.

Si la pression de décharge du compresseur excède la consigne, la vanne de recyclage ouvrira pour diminuer la pression de décharge.

5.9.3.4. Contrôleur Sur débit (FIC- 172) [11]

Consigne : PT 134

Mesure : FT 160

Si le débit d'évaporation diminue, le débit à travers le compresseur (mesuré par FT-160) diminue et l'ampérage moteur diminue également. La vanne papillon d'entrée restera vraisemblablement ouverte. Si le débit d'évaporation diminue encore plus, c'est-à-dire sous la marge de réglage effective du compresseur, alors la vanne de recyclage PVC-171 s'ouvrira et modulera pour maintenir le débit minimum requis pour que l'opération du compresseur demeure en dehors de sa limite de pompage. Pour cette condition de recyclage, une partie du 39 gaz est retournée à l'entrée pour maintenir le débit minimum à travers le compresseur. La quantité du gaz passant à travers le compresseur pour être comprimé égale la quantité du niveau d'évaporation plus la quantité du débit recyclé. Le total de ces deux débits sera égal ou plus grand que la marge minimum de réglage effective du compresseur.

Chapitre VI

Choix de l'automate S7-400.

6.1. Les automates programmables industriels (API) [12] [13]

Un automate programmable est un type de petit ordinateur qui peut recevoir des données par ses entrées et envoyer des instructions de fonctionnement par ses sorties. Fondamentalement, le rôle d'un automate programmable est de contrôler les fonctions d'un système à l'aide de la logique interne qui y est programmée. Les entreprises du monde entier utilisent des automates programmables pour automatiser leurs processus les plus importants. Fig.6.1.



Figure 6.1 : l'automate programmable industriel

6.2. L'architecture d'un automate programmable [13]

Un automate programmable de base se compose des sections suivantes Fig.6.2.

- Section d'entrée/sortie : La section d'entrée ou module d'entrée est constituée de dispositifs tels que des capteurs, des interrupteurs et de nombreuses autres sources d'entrée du monde réel. L'entrée des sources est connectée à l'automate via les rails de connexion d'entrée. La section de sortie ou module de sortie peut être un moteur, un solénoïde, une lampe ou un appareil de chauffage, dont le fonctionnement est contrôlé en faisant varier les signaux d'entrée.
- CPU ou unité centrale de traitement : C'est le cerveau de l'automate. Il peut s'agir d'un microprocesseur hexagonal ou octal. Il effectue tous les traitements liés aux signaux d'entrée afin de contrôler les signaux de sortie sur la base du programme de commande.
- Alimentation électrique : Il fonctionne généralement avec une alimentation d'environ 24 V, utilisée pour alimenter les dispositifs d'entrée et de sortie.
- Mémoire : La mémoire est divisée en deux parties : la mémoire de données et la mémoire de programme. Les informations du programme ou la logique de commande sont stockées dans la mémoire de l'utilisateur ou dans la mémoire du programme à partir de laquelle l'unité centrale récupère les instructions du programme. Les signaux d'entrée et de sortie ainsi que les signaux des minuteries et des compteurs sont stockés respectivement dans la mémoire d'image externe d'entrée et de sortie.

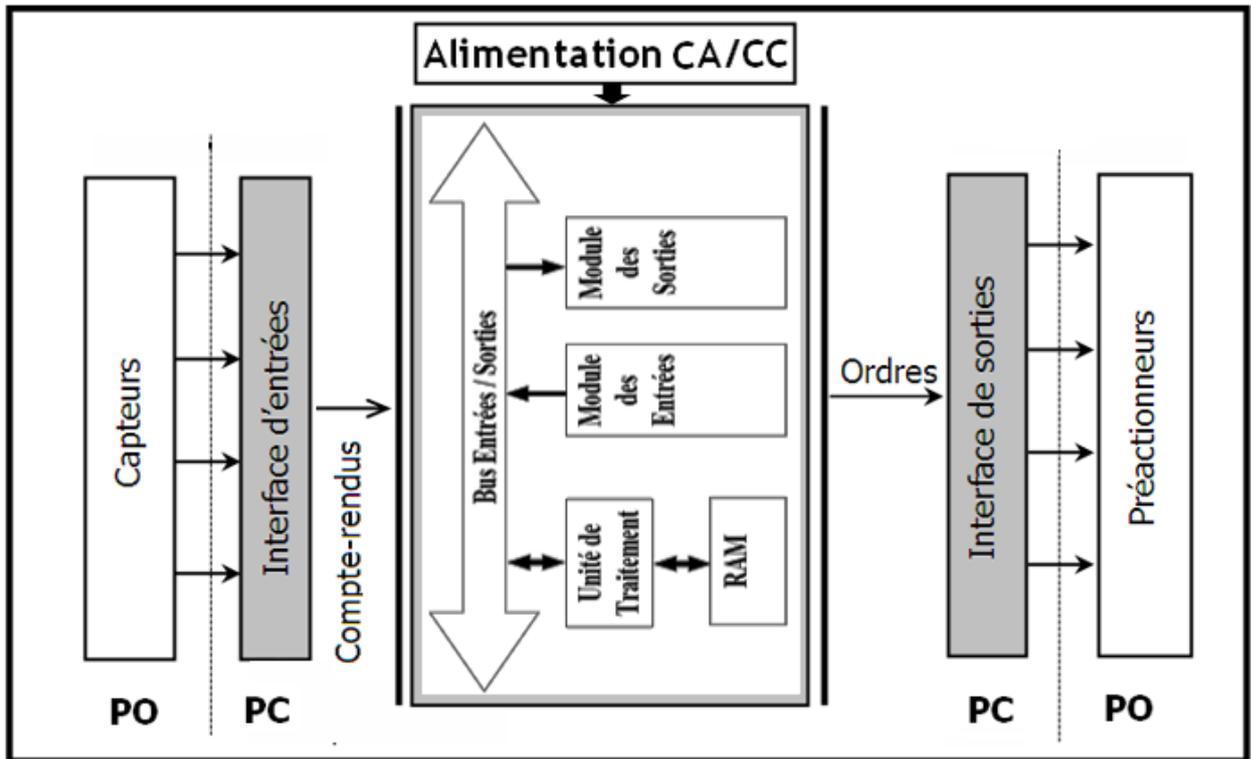


Figure 6.2 : l'architecture de l'automate programmable

6.3. Le choix d'un automate programmable [13]

De nombreux facteurs influenceront votre choix lorsqu'il s'agira de spécifier un modèle d'automate pour votre application. Voici quelques considérations clés :

- La capacité électrique : Les automates ont des exigences différentes en matière de tension pour leur alimentation électrique. Vérifiez donc que votre sélection est compatible avec votre système électrique.
- Vitesse de traitement : Vérifiez la vitesse du processeur d'un modèle d'automate pour déterminer s'il répond aux besoins de votre application.
- Compatibilité : Assurez-vous que votre modèle d'automate est compatible avec tout matériel système nouveau ou existant.
- Tolérance de température : La plupart des automates sont conçus pour fonctionner en toute sécurité dans une plage de 0 à 60°C. Cependant, certains modèles d'automates spécialisés peuvent fonctionner à des températures extrêmes, ce qui est important pour les installations où les conditions de fabrication sont exceptionnellement chaudes ou froides.

- Mémoire : Un automate programmable a besoin de suffisamment de mémoire ROM et RAM pour exécuter les processus qu'il est censé automatiser. Le contrôleur utilise la ROM pour stocker son système d'exploitation et ses instructions et la RAM pour exécuter ses fonctions.
- Connectivité : Assurez-vous que votre automate dispose de suffisamment de ports d'entrée et de sortie et qu'il est capable de se connecter au type de périphériques requis par votre système.
- E/S analogiques : Bien que les automates programmables soient principalement utilisés pour des fonctions discrètes, certains modèles disposent également d'entrées et de sorties analogiques qui peuvent contrôler des processus avec des variables continues.

6.4. Description Du System Siemens S7-400 [15]

6.4.1. Description de l'Automate Siemens S7-400[15]

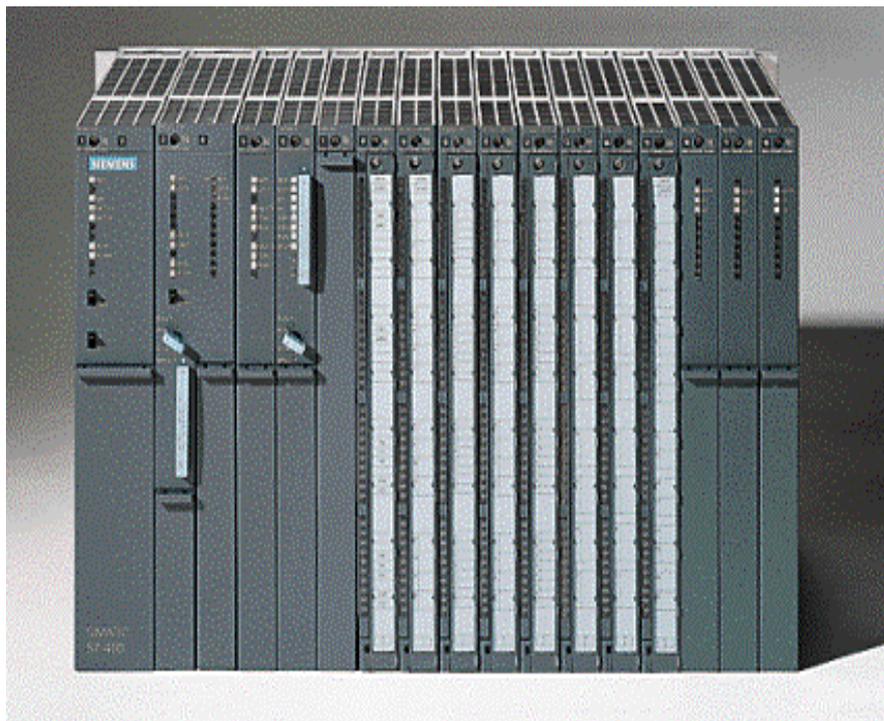


Figure 6.3 : Automate siemens S7-400

6.4.2. Caractéristiques Automate Siemens S7-400 [15]

- Automate haute performance pour les applications de milieu et haut de gamme,
 - Gamme diversifiée de CPU,
 - Gamme complète de modules,
 - Possibilité d'extension à plus de 300 modules,
 - Bus de fond de panier intégré au rack,
 - Possibilité de mise en réseau avec
 - l'interface multipoint (MPI),
 - PROFIBUS
 - Industrial Ethernet,
 - Raccordement central de la PG avec accès à tous les modules,
 - Liberté de montage aux différents emplacements,
 - Configuration et paramétrage à l'aide de l'outil "Configuration matérielle",
 - Mode multiprocesseur (4 CPU maxi. peuvent être mis en œuvre sur un châssis central).

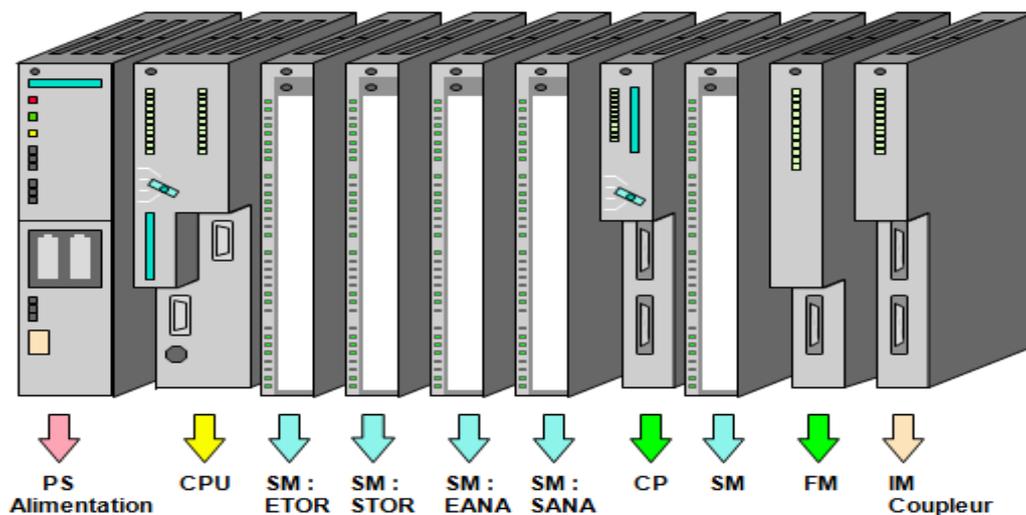


Figure 6.4 : modules de l'automate S7-400

6.4.3. Modules de signaux (SM) Automate Siemens S7-400 (FIG.6.4)

- Modules ETOR : 24V=, 120/230V~
- Modules STOR : 24V=, Relais
- Modules EANA : tension, courant, résistance, thermocouple
- Modules SANA : tension, courant

6.4.4. Coupleurs (IM) Automate Siemens S7-400

Les coupleurs IM460, IM461, IM463, IM467 assurent la liaison entre les différents

Châssis :

- Châssis UR1 (Universal Rack) d'une capacité maxi. de 18 modules
- Châssis UR2 (Universal Rack) d'une capacité maxi. de 9 modules
- Châssis ER1 (Extension Rack) d'une capacité maxi. de 18 modules
- Châssis ER2 (Extension Rack) d'une capacité maxi. de 9 modules.

6.4.5. Modules de fonction (FM) Automate Siemens S7-400 [15]

Les modules de fonction offrent des "fonctions spéciales" :

- Comptage
- Positionnement
- Régulation.

6.4.6. Modules de communication (CP) Automate Siemens S7-400 [15]

Les modules de communication permettent d'établir des liaisons (Fig6.5)

- Point-à-point
- PROFIBUS
- Industrial Ethernet.

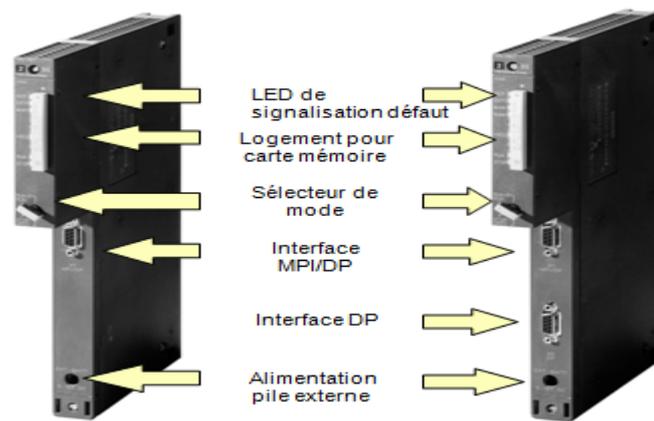


Figure 6.5: modules de communication

6.4.7. LED de signalisation Automate Siemens S7-400 [15]

LED de signalisation d'état et de défauts (défauts internes et externes) de la CPU

6.4.8. Logement pour carte mémoire Automate Siemens S7-400 [15]

Des cartes Flash EPROM ou RAM peuvent être enfichées dans les CPU du S7-400 comme mémoire de chargement externe :

- Les cartes RAM ont une capacité mémoire de : 64 Ko, 256 Ko, 1 Mo, 2 Mo. Le contenu de la mémoire est sauvegardé par la pile de la CPU.
- Les cartes Flash EPROM ont une capacité mémoire de : 64 Ko, 256 Ko, 1 Mo, 2 Mo, 4 Mo, 8 Mo, 16 Mo.

Le contenu de la mémoire est sauvegardé sur les EEPROM intégrées.

6.4.9. Sélecteur de mode [15]

MRES = Effacement général (**ModulRES**et)

STOP = Arrêt, aucun programme exécuté et périphérie bloquée (état "OD"= **O**utput **D**isabled).

RUN = Le programme est exécuté, accès en lecture seule avec la PG

RUN-P = Le programme est exécuté, accès en lecture et en écriture avec PG

6.4.10. Interface MPI / DP [15]

Interface MPI / DP (paramétrable dans Configuration matérielle) pour

- établir la liaison en ligne avec la console de programmation
- raccorder une périphérie décentralisée (DP)
- échanger des données avec d'autres stations (communication S7)

6.4.11. Interface DP [15]

Pour le raccordement d'une périphérie décentralisée (DP, uniquement sur des CPU avec 2 interfaces)

6.4.12. EXT-BATT [15]

Alimentation externe supplémentaire par pile (5 à 15 Vcc pour sauvegarde de la RAM, par ex. en cas de changement d'alimentation).

6.5. Description Du System Siemens S7-400 compresseur COOPER

6.5.1.Main PLC « Ancienne Salle De Contrôle »

Un panneau PLC principal est localisé dans cette salle est constitué de :

carte mère CPU S7-414-2 de Siemens

- bloc d'alimentation PS- 24VDC pour l'Instrumentation
- Interface opérateur MP270
- Deux ensembles de boutons poussoirs et lampes témoins pour opérer chaque compresseur indépendamment de la salle de contrôle
- Modules d'entrées /sorties pour interagir avec les démarreurs de moteurs et les signaux de la salle de contrôle.

DI16 digital input de I0.0 à I1.7 pour le compresseur 1

DI16 digital input de I2.0 à I3.7 pour le compresseur 2

DO16 digital output de O0.0 à O1.7 pour le compresseur 1

DO16 digital output de O2.0 à O3.7 pour le compresseur 2

AI 8 analogiques inputs réservés pour courant moteur des deux compresseurs de PEW512 à PEW 514

- divers terminaux et éléments de panneaux
- modules de communication optiques/profibus avec les panneaux locaux des compresseurs et le DCS.

6.5.2. Panneau Local « site »

Un panneau local est monté à côté du moteur qui contient les éléments suivants :

- bloc d'alimentation PS307
- 9 modules d'entrées /sorties
 - DI 16 digital input de I4.0 à I5.7 pour le compresseur 1
 - DO16 digital output de O4.0 à O5.7 pour le compresseur 1
 - AI 8 analogique input de PEW 528 à PEW 542
 - AI 8 analogique inputsde PEW 544 à PEW558
 - AI 8 analogique input de PEW 560 à PEW 574
 - AI 8 analogique input de PEW 576 à PEW 590
 - RTD8 températures de PEW 592 à PEW 606
 - RTD8 températures de PEW 608à PEW 622
 - AO8 analogique output de PAW512 à PAW 526
- bloc profibus/optique

Terminaux vers le panneau PLC et les instruments du chantier.

- interface opérateur OP270
- boutons poussoirs et lampes témoins pour opérer le compresseur

Chapitre VII

Logique de commande et implémentation Software.

7. 1. CONDITION DE DEMARRAGE DU COMPRESSEUR

- avant le démarrage du compresseur, assurer bien que le système de purge du panneau de contrôle est actif et que les panneaux de contrôle sont alimentés, en plus le système de lubrification est complètement fonctionnel et les conditions de pression d'huile sont toutes respectés.
- la vanne papillon d'entrée FCV 170 devrait être dans la position de fermeture et la pression d'entrée PT 131 du compresseur ne devrait pas excéder la pression d'entrée de conception.
- la vanne de recyclage PCV171 devrait être ouverte à 100%
- assurer que la pression de joint au niveau de la PCV148 est à 5 kg/cm² (PG), voir PT148
- les deux circuits d'azote et d'huile sont actifs aux joints.
- la pompe d'auxiliaire d'huile est en service et la pression d'huile est au dessus de 1.2kg/cm²
- vérifier que la lecture des transmetteurs de débit gaz d'étanchéité sont normales FIT 211, 212,213
- assurer que toutes les exigences des permissives sont prêtes.

7.1.1. Démarrage Du Compresseur

Pour lancer le départ du compresseur par le bouton poussoir « START HS 251 », assurer bien que la lampe ready to start est allumée et qu'aucun trip ou alarme sont affichés.

Une fois que le bouton start est activé et l'entraînement du compresseur atteint sa pleine vitesse, la pompe d'huile s'arrêtera automatiquement et la pompe d'huile entraînée par le moteur produira le débit d'huile de lubrification requis.

Dans la phase de décharge, il faut que toutes les mesures de vibration, températures et pressions de l'équipement soient dans une condition normale.

Suite à cette vérification, le compresseur devrait être chargé par le sélecteur LOAD/UNLOAD HS 256 et amené à sa pression de consigne de décharge.

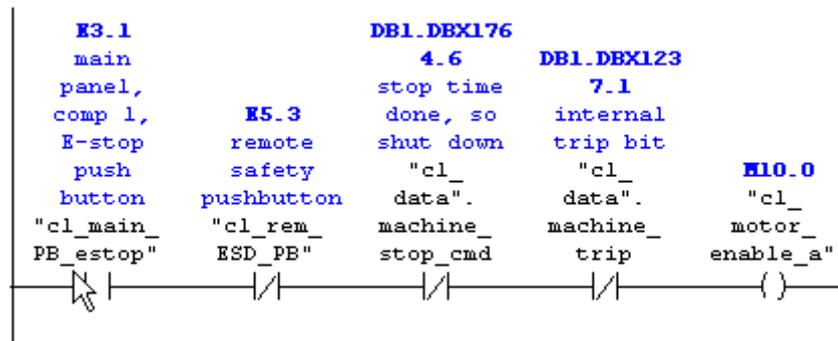
7.1.2. Séquences De Démarrage Du Moteur

Pour lancer le départ du compresseur par le bouton poussoir « START HS 251 », assurer bien que la lampe ready to start est allumée et qu'aucun trip ou alarme sont affichés.

Une fois que le bouton start est activé et l'entraînement du compresseur atteint sa pleine vitesse, la pompe d'huile s'arrêtera automatiquement et la pompe d'huile entraînée par le moteur produira le débit d'huile de lubrification requis.

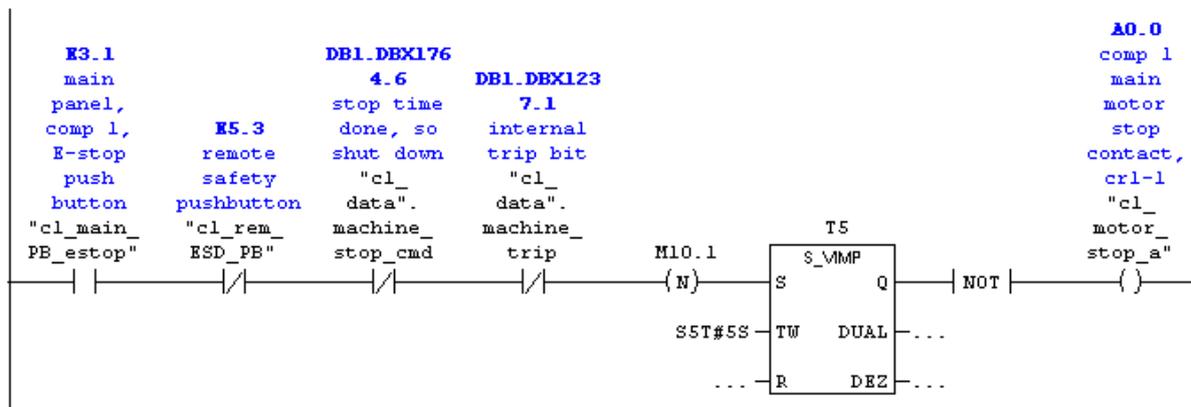
Dans la phase de décharge, il faut que toutes les mesures de vibration, températures et pressions de l'équipement soient dans une condition normale.

Suite à cette vérification, le compresseur devrait être chargé par le sélecteur LOAD/UNLOAD HS 256 et amené à sa pression de consigne de décharge.

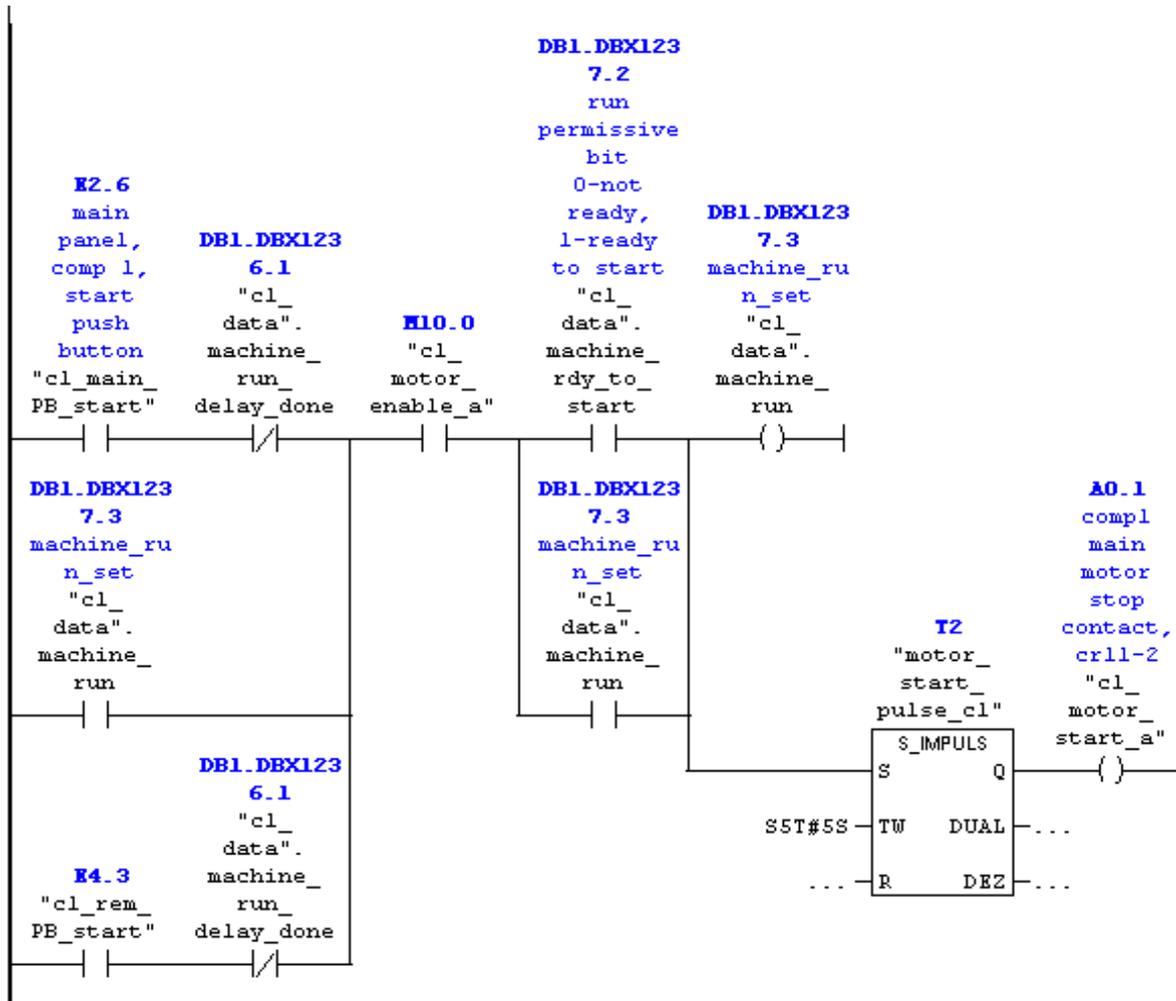


- Il faut que tous les boutons poussoirs ESD sont à l'état normal, aucun shutdown localisé et le compresseur ne présentait pas un trip.

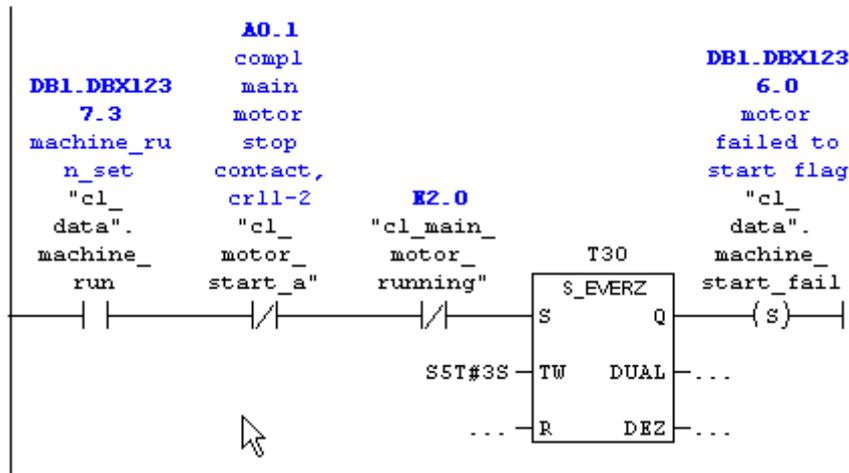
Ces conditions sont mémorisées dans le memento M10.0



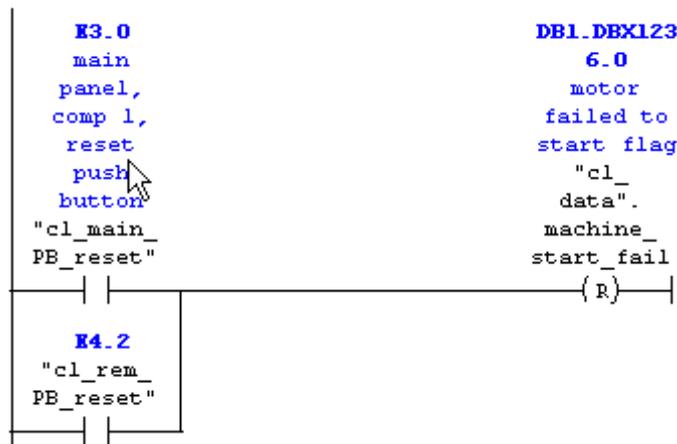
- Si un changement est provoqué sur l'un des contacts, une détection du front montant démarre la temporisation précisée .la valeur de temps indiquée à l'entrée TW .continue à s'écouler pour arrêter le moteur par la sortie A0.0 , un temps de 5secondes est chargé dans le temporisateur.



- Si le memento M10.0 est à l'état normal et que toutes les protections sont réunies. avec ces conditions, le compresseur est prêt à démarrer «ready to start ». une fois le bouton poussoir START est actionné E4.3 c.a.d initié une séquence de démarrage du compresseur, un temps de 5secondes est attribué pour lancer le moteur par la sortie A0.1.ceci devrait permettre au contacteur du moteur de s'engager.



- Après le lancement du moteur , un signal indique l'état run du moteur « E2.0 moteur 1 en service », un temps de 3 secondes est attribué pour le feedback du moteur. Si c'est bon, le moteur est dans la phase running, le cas contraire, la fermeture du contact n'est pas reçu par le PLC après que la commande de marche a été envoyée, le compresseur déclenchera par défaut électrique.



- Le bouton poussoir reset E4.2 est utilisé pour remettre à zéro, acquitter et effacer les conditions d'alarmes et déclenchements pour que le compresseur puisse être redémarré.

7.1.3. Séquences De Démarrage De La Pompe D'huile

La pompe électrique d'huile auxiliaire est contrôlée par la logique du PLC. Le système est conçu pour que la pompe d'huile auxiliaire passe en marche en cas de défaut ou bouton

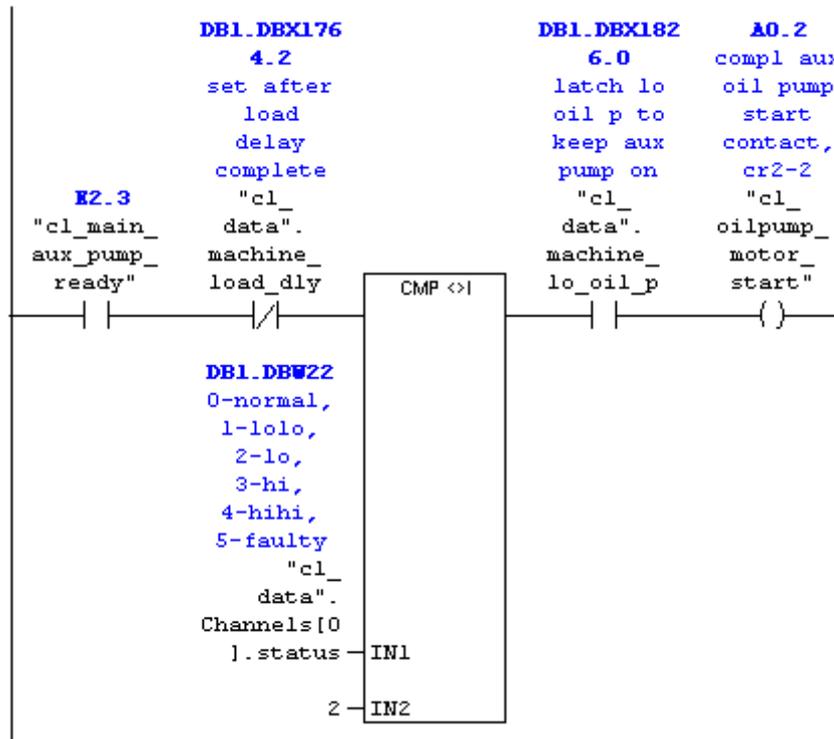
poussoir d'arrêt du système est activé afin qu'elle fournisse l'huile de lubrification nécessaire lors de situation anormales.

Avant de démarrer le compresseur, un contact normalement ouvert contrôlé par le PLC signale au contacteur de la pompe d'huile de se fermer, démarrant ainsi la pompe d'huile auxiliaire.

La pompe d'huile auxiliaire doit être en marche et la pression d'alimentation d'huile doit être au dessus de 1.2kg/cm² avant le démarrage du compresseur.

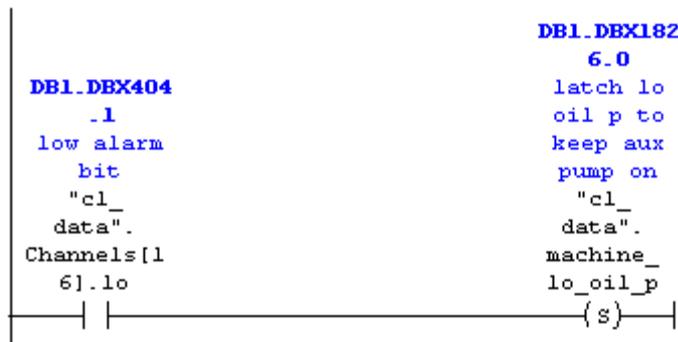
Quand le compresseur est en marche depuis 15 secondes, la pompe auxiliaire est arrêtée et le compresseur sera alimenté par la pompe d'huile à arbre entraîné. Si, à n'importe quel moment durant la marche du compresseur, la pression tombe au niveau d'alarme de 1.2 kg/cm², la pompe d'huile auxiliaire démarrera automatiquement pour fournir la pression d'huile normale.

Si la pression continue de baisser jusqu'à la limite de déclenchement de 0.84kg/cm², le compresseur devra s'arrêter sans délai. La pompe d'huile auxiliaire est automatiquement démarrée au moment de l'arrêt du compresseur indépendamment de la pression d'huile.



La sortie A0.2 est activé « mise en marche de la pompe auxiliaire » si :

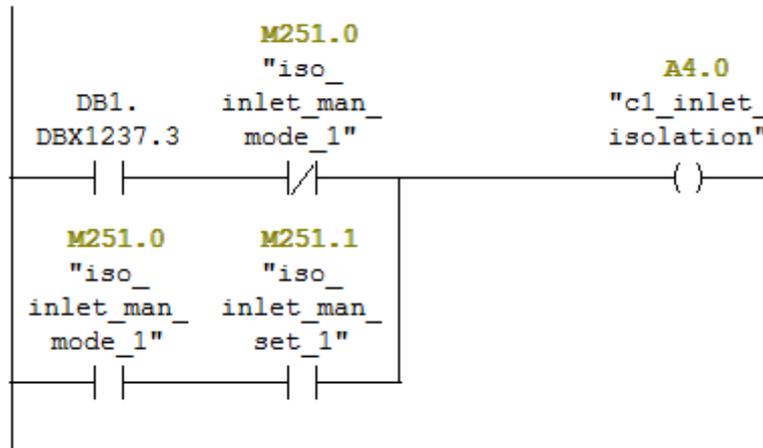
- E2.3 un contact de retour de position signale le prêt de la pompe
- le compresseur est dans la phase d'arrêt
- l'intensité du courant est différente du LO.
- la pression d'huile est basse



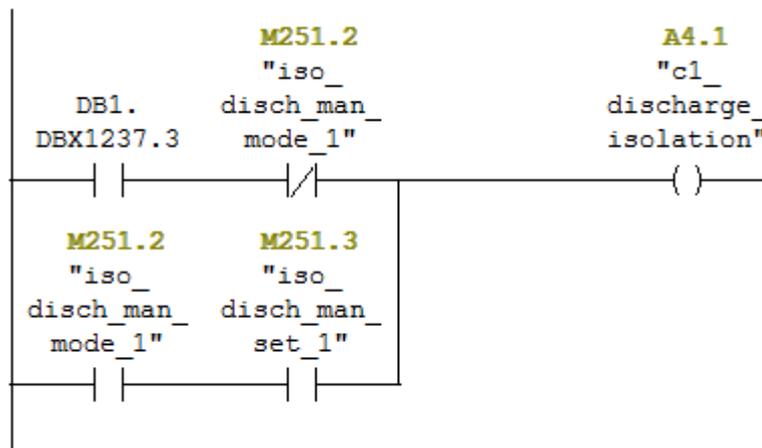
- L'alarme basse LO de la pression d'huile est surveillée par le PLC

7.2. Logique D'implémentation Des Vannes

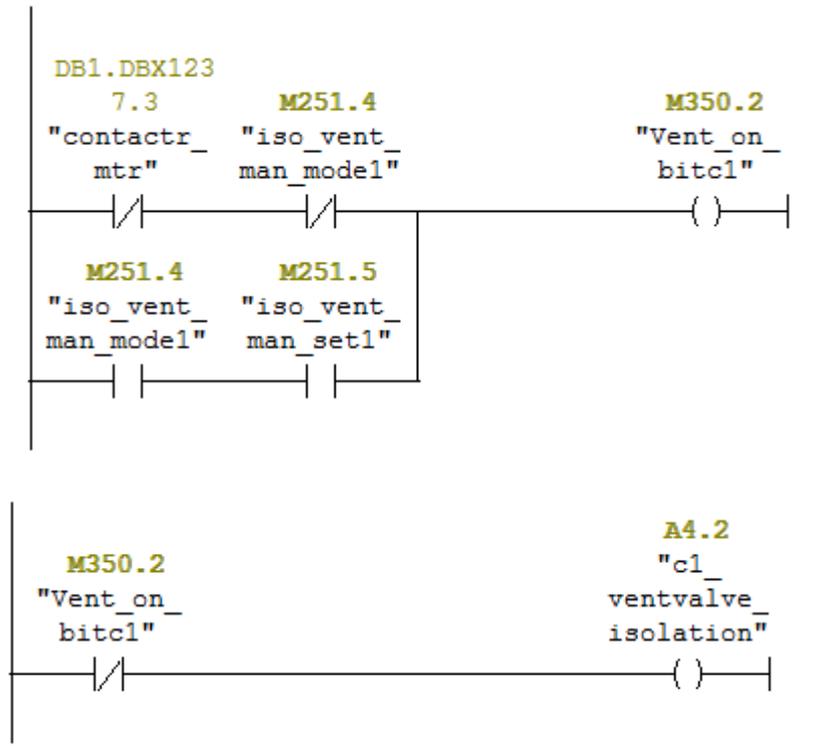
7.2.1. Ouverture/Fermeture Des Vannes



- Pour activer la sortie (A4.0) ouverture de la vanne XV 173 aspiration soit ;
-Un signal de l'état du moteur en mode actif (DB1.DBX1237.3) et la vanne XV173 mode manuel(M251.0) désactivé.
-la vanne XV 173 en mode manuel (M251.0) activé et un set a la vanne (M251.1).



- Pour activer la sortie (A4.1) ouverture de la vanne XV 174 refoulement soit ;
-Un signal de l'état du moteur en mode actif (DB1.DBX1237.3) et la vanne XV174 mode manuel(M251.2) désactivé.
-la vanne XV 174 en mode manuel (M251.2) activé et un set a la vanne(M251.3).



- activation de la mémoire(M350.2)soit par :
 - Un signal de l'état du moteur en mode inactif (DB1.DBX1237.3) et la vanne XV172 mode manuel(M251.4) désactivé.
 - la vanne XV 172 en mode manuel (M251.4) activé et un set a la vanne (M251.5).
- activation la sortie (A4.2) ouverture de la vanne XV 172 vers torche par contacte fermé de la mémoire (M350.2)

7.2.2. Activation Des Fins De Courses

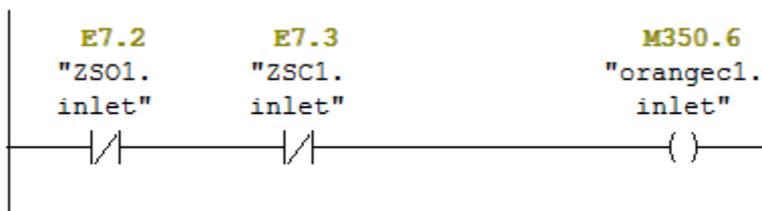


- Affichage du fin de course en couleur vert indiquant l'état ouvert de la vanne d'aspiration (XV173) affecté a la mémoire (M350.4) sur le pupitre operateur est

activé par l'entrée digitale (E7.2).



- Affichage du fin de course en couleur rouge indiquant l'état fermé de la vanne d'aspiration (XV173) affecté a la mémoire (M350.5) sur le pupitre operateur est activé par l'entrée digitale (E7.3).



- Affichage du fin de course en couleur orange indiquant l'état défaut de la vanne d'aspiration (XV173) affecté a la mémoire (M350.6) sur le pupitre operateur est activé par le contacte fermé des entrées digitales (E7.3 et E7.2).

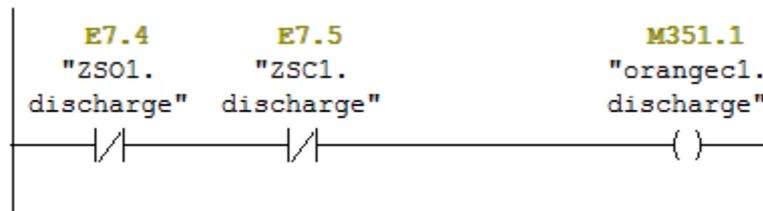


- Affichage du fin de course en couleur vert indiquant l'état ouvert de la vanne de refoulement (XV174) affecté a la mémoire (M350.7) sur le pupitre operateur est activé par l'entrée digitale (E7.4).



- Affichage du fin de course en couleur rouge indiquant l'état fermé de la vanne de

refoulement (XV174) affecté a la mémoire (M351.0) sur le pupitre operateur est activé par l'entrée digitale (E7.5).



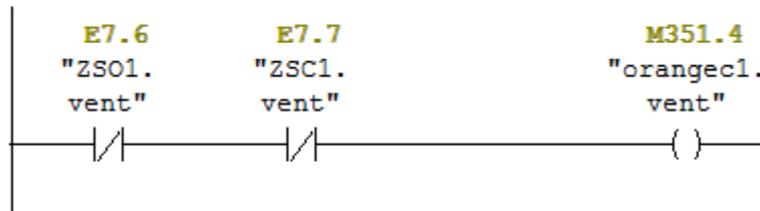
- Affichage du fin de course en couleur orange indiquant l'état défaut de la vanne de refoulement (XV174) affecté a la mémoire (M351.1) sur le pupitre operateur est activé par le contact fermé des entrées digitales (E7.4 et E7.5).



- Affichage du fin de course en couleur vert indiquant l'état ouvert de la vanne d'évent vers torche (XV172) affecté a la mémoire (M351.2) sur le pupitre operateur est activé par l'entrée digitale (E7.6).



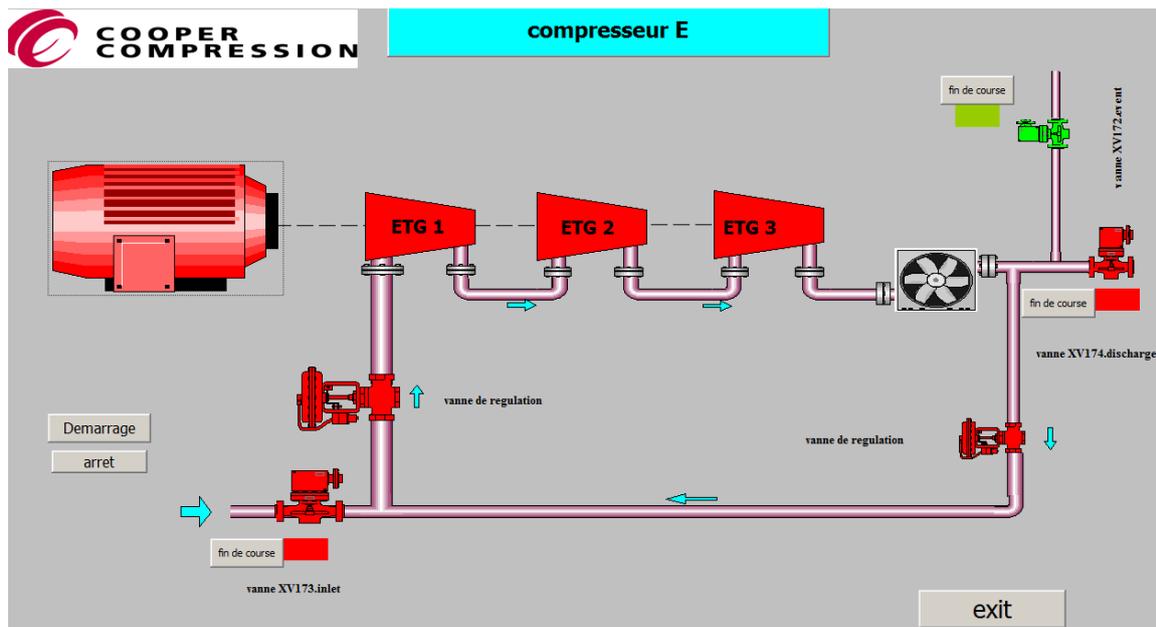
- Affichage du fin de course en couleur rouge indiquant l'état fermé de la vanne d'évent vers torche (XV172) affecté a la mémoire
- re (M351.3) sur le pupitre operateur est activé par l'entrée digitale (E7.7).



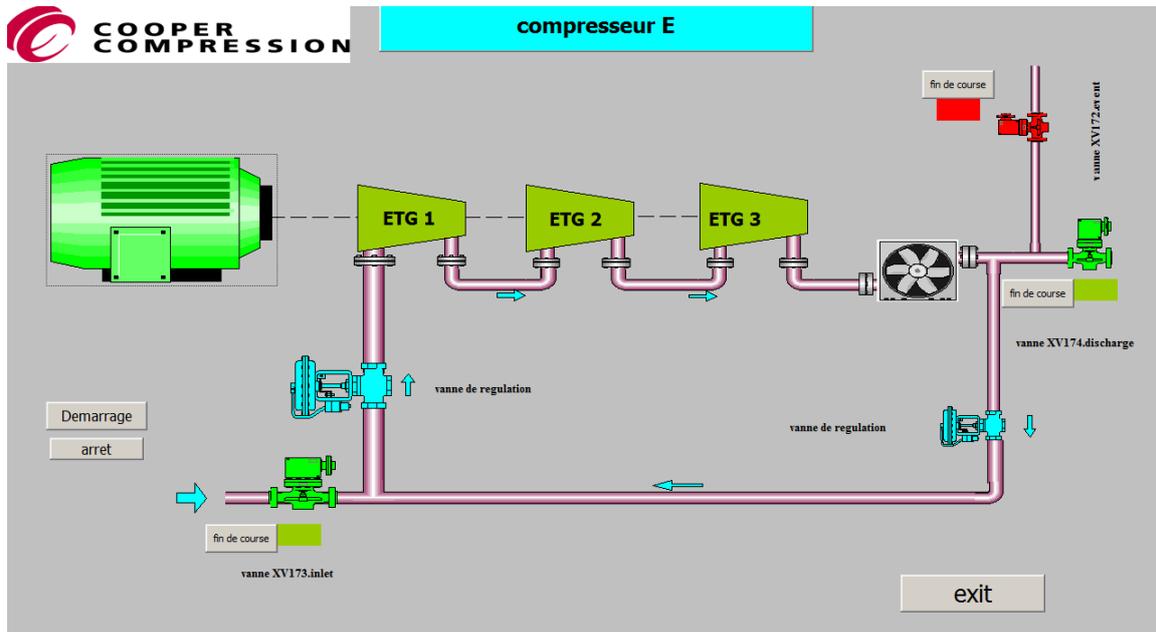
- Affichage du fin de course en couleur orange indiquant l'état défaut de la vanne d'évent vers torche (XV172) affecté a la mémoire (M351.4) sur le pupitre operateur est activé par le contact fermé des entrées digitales (E7.6 et E7.7).

7.2.3. Simulation Des Vannes Et Fins De Courses

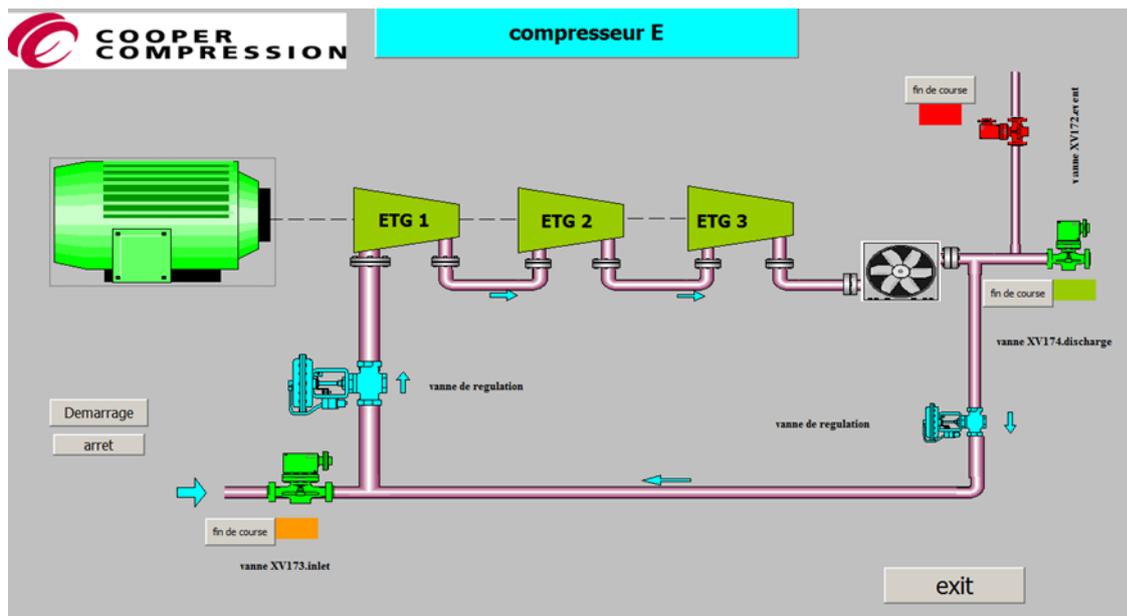
7.2.3.1. Compresseur A L'état D'arrêt



7.2.3.2. Compresseur A L'état Démarré



7.2.3.3. Compresseur A L'état Démarré avec défaut de vannes



Conclusion générale

Le travail qu'on a mené dans le cadre de cette étude avait un double objectif.

- ✓ D'abord, comprendre et analyser les fonctionnalités de sécurité d'un compresseur de gaz de type centrifuge à multi-étage.
- ✓ Par la suite, cela nous a permis de nous s'imprégner dans le choix et le dimensionnement des vannes de sectionnement au niveau de ce compresseur afin d'assurer sa sécurité.
- ✚ La sécurité repose sur le développement d'une logique de commande des vannes automatiques et une implantation sur le logiciel « siemens step 7 ».la commande par le développement d'un jeu d'instruction a été bénéfique pour parfaire mes connaissances dans :
 - Le choix entre les gammes d'API/ simatic-siemens.
 - L'emploi du logiciel Step 7.
 - Une prise de connaissance de WinCC flexible, que je n'ai pas pu développer et ce par manque de temps.

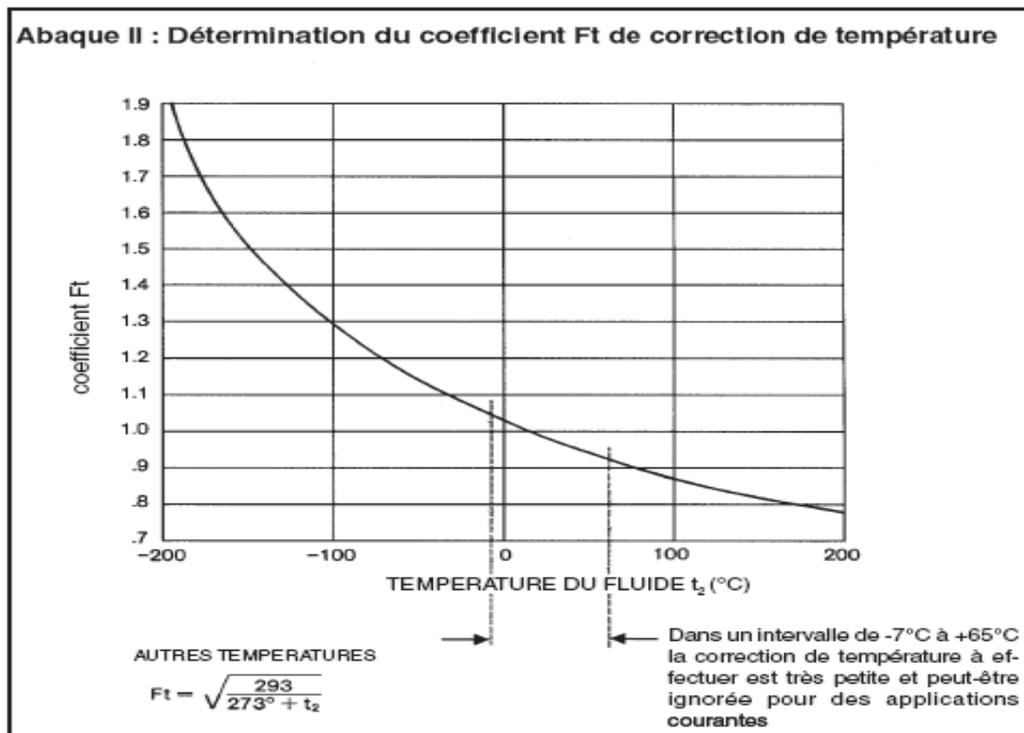
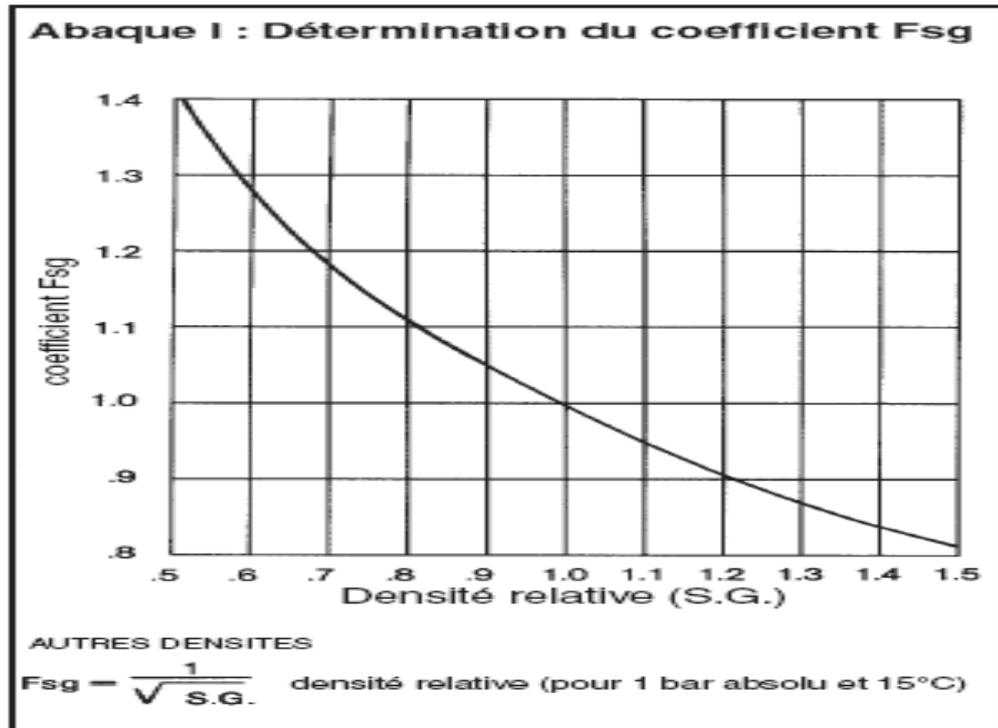
Le temps alloué à cette étude est nettement insuffisant pour compléter la supervision HMI et la communication via un protocole Ethernet (éventuellement profibus)

- ✚ En foi de quoi cette étude préliminaire m'a permis de capitaliser une grosse quantité de connaissances que je compte développer dans l'avenir et alors l'état des perspectives nous recommandons l'installation des vannes de sécurité et d'employer un S7400 pour la commande du compresseur.

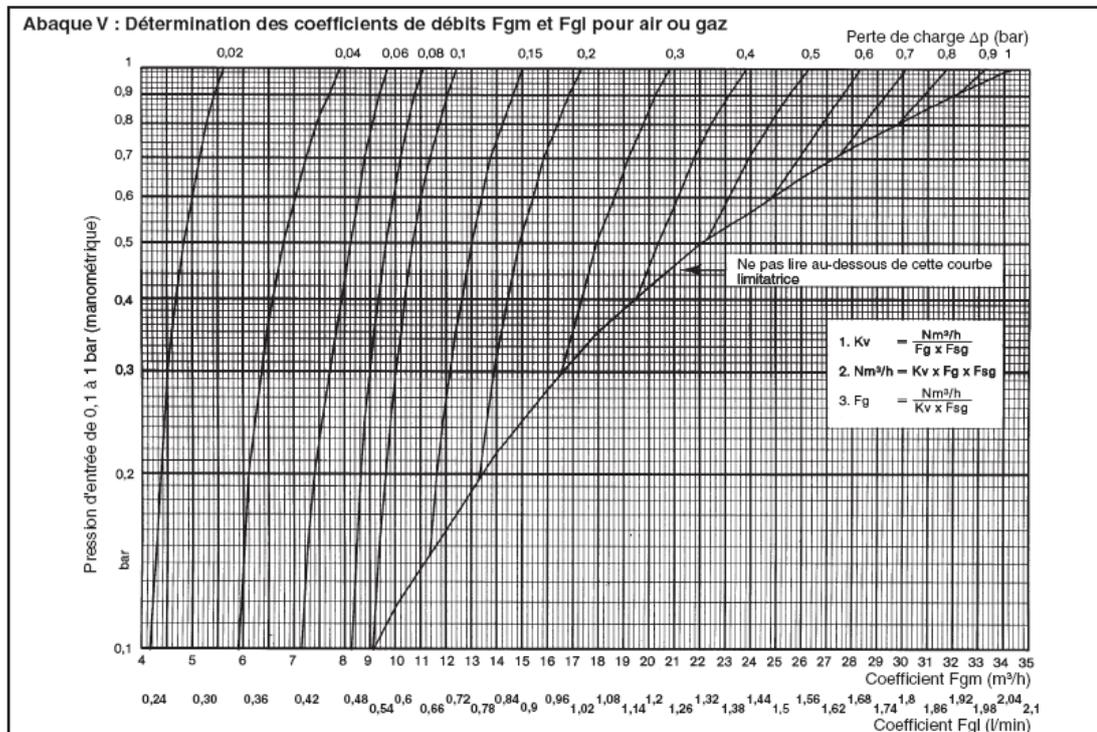
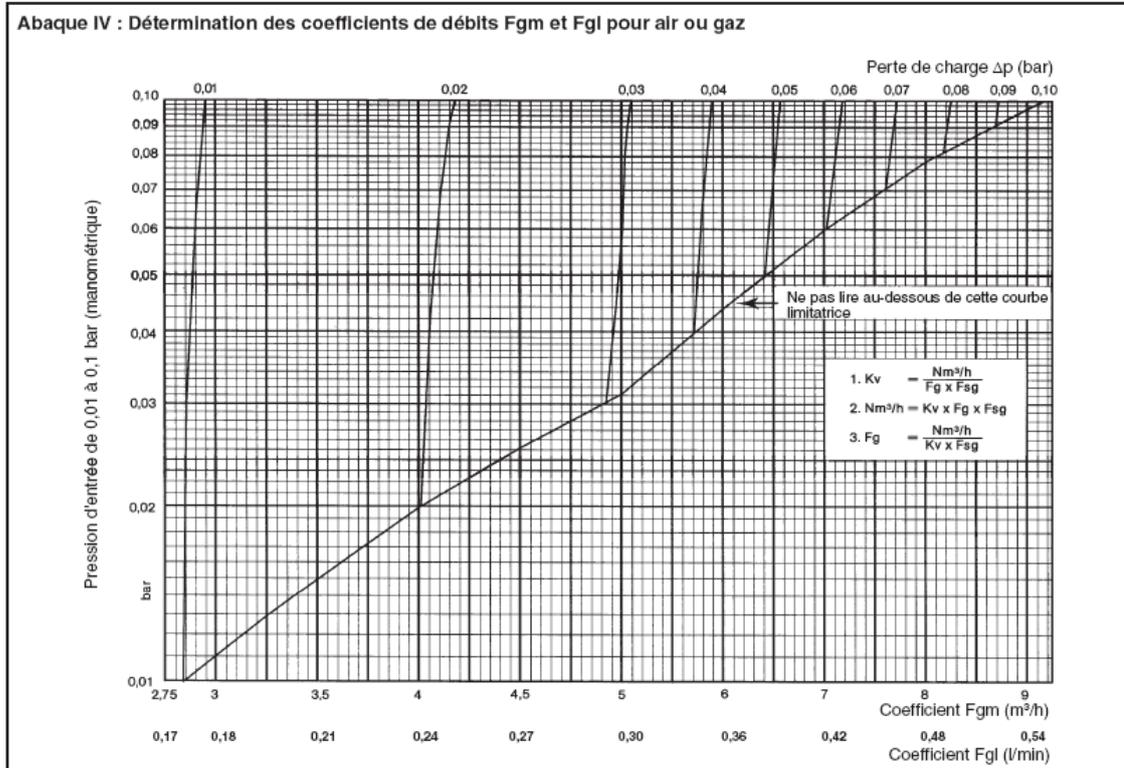
Bibliographie

- [1] « projet de sécurisation et fiabilisation du complexe GP2Z », description du procédé.
- [2] Développement D'une Méthode De Simulation De Pompage Au Sein D'un Compresseur Multi-Étagé (Martial Dumas, 2013) Université De Montréal.
- [3] Cour De Formation Sur Le Compresseur, Centrifuge, Nuovo Pugnone, Sonatrach.
- [4] Instructions Générales D'opération P-13689 & P-13690 Complexe Sonatrach Gp2z 430/6101/D & 430/6101/E Compresseur D'évaporation De Propane (Cooper Compression Spécification D'ingénierie) Issued: Rev 1 11-12-04 John Battershell.
- [5] Capteurs industriels, technologie et guide de choix CETIM .Notices techniques de capteurs (Fisher Rosemount).Catalogue " Instrumentation "(Danfoss).
- Capteurs industriels, technologie et guide de choix CETIM.
 - Catalogue " Instrumentation " Danfoss.
- [6] Capteur de température
http://www.engineeringtoolbox.com/temperature-sensors-d_448.html
- [7] Comment Choisir Les Vannes De Régulation (Dresser, Valve Division).
- [8] Guide ASCO Pour Le Dimensionnement Des Vannes 00010fr-2016/R01.
- [9] Vannes Automatiques Tout Ou Rien IFP Training IR VAN - 01746_B_F - Rév. 1,29/03/2005.
- [10] MANUEL DE LA VANNE DE RÉGULATION Cinquième Edition Emerson Fisher.
- [11] Description de logique de contrôle ,instructions d'opération du PLC P-13689& P-13690 complexe SONATRACH GP2Z 430/6101/E compresseur d'évaporation de propane .
- [12] AUTOMATE PROGRAMMABLE INDUSTREALS Mr Alain GONZAGA(7/11/2004).
- [13] AUTOMATE PROGRAMMABLE INDUSTREALS Mr L.BERGOUGNOUX (POLYTECH' Marseille 2004-2005).
- [15] « SIMATIC , système d'automatisation S7-400 installation et configuration », manuel de mise en œuvre , documentation référencée :**6ES7498-8AA05-8CA0**
- .

Annexe A : Abaques pour la détermination des coefficients Fsg et Ft



Annexe B : Abaques pour la détermination des coefficients Fgm et Fgl



Annexe B : Abaques pour la détermination des coefficients Fgm et Fgl

