

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTI : Technologie

DEPARTEMENT : Génie mécanique

N° :.....



DOMAINE : Sciences et technologies

FILIERE : Master génie mécanique

OPTION : Génie industriel et maintenance

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Professionnelle

Par: Chouidira Zinelaabidine et Aichaoui Brahim

Intitulé

**Etude des paramètres et mode de défaillance
d'un compresseur de type GA**

Soutenu devant le jury composé de:

Moussai Toufik

Université de M'sila

Président

Farsi Chouki

Université de M'sila

Rapporteur

Boudilmi Aissa

Université de M'sila

Examineur

Année universitaire : 2016 /2017

DEDICACE

Nous dédions ce travail à :

*Nos mères, sources de tendresse et d'amours pour leurs
soutiens tout le long de notre vie scolaire.*

*Nos pères, qui nous ont toujours soutenus et qui ont fait
tout possible pour nous aider.*

Nos frères et nos sœurs, que nous aimons beaucoup.

Notre grande famille.

Nos cher ami (e) s, et enseignants.

*Tout qu'ont collaboré de près ou de loin à l'élaboration de
ce travail.*

ZINE LAABDINE ET BRAHIM

REMERCIEMENT

Avant tout, j'adresse mes remerciements en premier lieu, à DIEU qui nous a donné la foi, le courage et la patience de parvenir à finir ce modeste travail.

Je tiens à remercier particulièrement mes parents ; mon succès demeurée loin le fruit de leurs longues années de sacrifices et de patience.

*Je tiens à exprimer mes vifs remerciements et ma gratitude à mon promoteur Dr. **Chouki farsi**, je le remercie pour ses conseils; ses précieux commentaires qui m'ont permis de surmonter mes difficultés, et de progresser dans cette présente étude.*

Mes remerciements s'adressent à tous les membres du jury qui ont accepté de juger mon travail.

Mes remerciements s'étendent également à tous, nos enseignants durant les années d'études.

Enfin je ne voudrais pas oublier de remercier toute personne qui m'a aidé de loin ou de près à réaliser ce travail.

Table des matières

Dedicace	III
Remerciment	III
Table des matières	III
liste de figures	VIII
liste des tableau	III

Introduction générale

Introduction générale	1
-----------------------------	---

Chapitre I

I.1 Introduction sur les compresseurs	3
I.2 Classification des compresseurs	3
I.2.1 Compresseurs volumétriques	3
I.2.1.1 Principe de fonctionnement	4
I.2.1.2 Les Différent types de compresseurs volumétriques	4
I.2.2 Compresseurs dynamiques	5
I.2.2.1 Compresseurs axiaux	6
I. 2.2.2 Compresseurs centrifuges	6
I.2.2.2.1 Description de compresseur centrifuge	6
I.2.2.2.2 Type des compresseurs centrifuges	7
I.2.2.2.3 Principe de fonctionnement	8
I.3 Cycle thermodynamique	9
I.4 Explication du pompage	15
I.5 conclusion	19

Chapitre II

II.1 Description générale	20
II.2 Principes de fonctionnement	21
II.3 Les composants du compresseur	21
II.3.1 Elément compresseur	21
II.3.2 Filtre d'admission d'air	22
II.3.3 Filtre d'huile	22
II.3.4 Réservoir- séparateur d'huile	23
II.3.5 Refroidisseurs	23
II.3.6 Conduite spécial air / huile	23

II.3.7 Instrumentation	24
II.3.7.1 Pressostat	24
II.3.7.2 Thermostat.....	24
II.3.7.3 Valve by-passe	24
II.3.7.4 Clapet anti retour.....	24
II.3.7.5 Clapet d'arrêt d'huile.....	24
II.3.7.6 Soupape minimum de pression	25
II.3.7.7 Soupape de sécurité.....	25
II.3.8 Accouplement	26
II.4 Caractéristique technique du compresseur	26
II.5 Corps de filtre SG Standard.....	27
II.5.1 Description.....	27
II.5.2 Le filtre en acier inoxydable fritté Donaldson P-GS	28
II.6 Gestion des condensats.....	29
II.6 .1 Purgeurs électroniques ou purgeurs automatiques avec réservoir	30
II.6 .2 Purgeurs avec minuterries	30
II.6.3 Purgeurs manuels	31
II.6.4 Purgeurs à flotteur.....	31
II.7 Traitement des condensats.....	31
II.7.1 Séparateurs huile/eau pour les condensats des compresseurs Ultra sep Super plus UFS- SP/ UFS-SP N	31
II.8 Système du compresseur	32
II.8.1 Système de régulation	32
II.8.1.1Flux d'air	32
II.8.1.2 Chargement.....	33
II.8.1.3 Déchargement.....	33
II.8.2 Système d'huile	36
II.8.3 Système de refroidissement	37
II.8.3.1 Entrée d'air du compresseur.....	38
II.9 Séchage.....	38
II.9.1 Séchage par refroidissement :	38
II.9.2 Séchage par adsorption	39
II.9.2.1 Régénération à froid	39
II.9.2.2 Régénération à chaud	40

II.9.2.3 Filtration	40
II.10 Système de contrôle Elektronikon	41
II.10.1 Moteurs de compresseurs.....	41
II.10.2 Caractéristique technique du moteur :	41
II.10.3 Régulateur Elektronikon	41
II.10.3.1 Contrôle automatique du fonctionnement du compresseur	50
II.10.4 Protéger le compresseur	42
II.11 Panneau de commande	42

Chapitre III

III.1 Généralité	44
III.1.1 Définition de la maintenance préventive	44
III.1.1.1 Objectif de la maintenance préventive.....	44
III.1.1.2 La maintenance préventive systématique	44
III.1.1.3 La maintenance préventive conditionnelle	44
III.1.1.4 Définition de la maintenance corrective	44
III.1.2 Programme d'entretien préventif du compresseur.....	44
III.2 Programme d'entretien préventif du moteur	46
III.2.1 Graissage de roulement	46
III.2.2 Mesure systématique de vibration	46
III.2.3 Mesure systématique d'isolement	47
III.3 Spécifications de l'huile.....	47
III.3.1 Huile minérale pour les systèmes hydraulique	47
III.3.2 Changement d'huile	47
III.3.3 Changement du filtre à huile	48
III.4 Stockage après installation.....	50
III.5 Réglage réparation et entretien des filtres	50
III.5.1 Filtres d'air	50
III.6 Refroidisseurs.....	50
III.7 Soupape de sécurité.....	50
III.8 Résolution de problème.....	51
III.8.1 Défauts et recours proposés	51
III.9 Les donnée principales	52
III.9.1 Liens sur l'affichage.....	52

III.9.2 Paramètres programmables.....	52
III.9.3 Réglages des soupapes de sécurité	53
III.9.4 Spécifications du compresseur	53
III.10 Les Mode Défaillance	54
III.11 Arbre de maintenance.....	55

Chapitre IV

IV.1 Exemple de calcul	60
Conclusion	63
Références	64

Liste de Figure

Chapitre I

Figure I.1 Classification les compresseurs	3
Figure I.2 principe de fonctionnement	4
Figure I.3 les compresseurs dynamiques.....	5
Figure I.4 Description de compresseur centrifuge	6
Figure I.5 schéma de circulation d'air	9
Figure I.6 Cycle thermodynamique.....	9
Figure I.7 Courbe de compression isothermique (P, V) et (T, S).	12
Figure I.8 Courbe réelle de la compression (T, S).	12
Figure I.9 Diagramme du procédé de compression (Z, S)	14
Figure I.10 diagramme typique de la charge d'une roue.....	16
Figure I.11 trajectoire d'écoulement dans la roue.....	16
Figure I.12 courbe typique de performance	17

Chapitre II

Figure II 1 : compresseur GA250.....	20
Figure II 2 : Rotors du compresseur.....	21
Figure II 3 : Elément compresseur	22
Figure II 4 : Filtre d'admission d'air	22
Figure II 5 : Filtre d'huile.....	22
Figure II 6 : séparateur d'huile	23
Figure II 7 : Refroidisseurs.....	23
Figure II 8: Thermostat	24
Figure II 9 : Valve	24
Figure II 10 : Clapet d'arrêt d'huile	25
Figure II 11 : Soupape minimum de pression	25
Figure II 12 : Soupape de sécurité.....	25
Figure II 13 : Accouplement	26
Figure II 14 : filtre SG.....	27
Figure II 15 : filtre P-GS	28
Figure II 16 : Débit de condensat sans perte d'air comprimé.....	29
Figure II 17 : Ultra sep Super plus N est disponible en sept modèles.....	31
Figure II 18 : Système charge et décharge	34
Figure II 19 : Écoulement air / huile dans le compresseur.....	36

Figure II 20 : Sécheur frigorifique	38
Figure II 21 : Sécheur à adsorptio	39
Figure II 22 : moteur ABB	41
Figure II 23 : Panneau de commande	42

Chapitre III

Figure III 1: Graissage roulements moteur.....	46
Figure III 2: Elément de compresseur	48
Figures III 3: Moteur et refroidisseur (exemples typiques).....	49
Figure III 4: Position correcte du filtre à air	50

Liste de tableau

Chapitre II

Tableau II 1 Caractéristique technique du compresseur	26
Tableau II 2 Système charge et décharge.....	35
Tableau II 3 Panneau de commande	43

Chapitre III

Tableau III 1 Maintenance préventive pour le compresseur	52
Tableau III 2 Spécification d'huile.....	52
Tableau III 3 Défauts et recours proposés.....	52
Tableau III 4 Les données principales du compresseur.....	52
Tableau III 5 Analyse des modes de défaillance.....	52

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

INTRODUCTION

Actuellement toutes les entreprises industrielles et semi industrielle, exigent dans leur schéma technologique de fabrication ou de transformation des produits, une grande quantité de compresseurs, même ceux qui se trouvent en réserve, pour assurer une continuité de travail.

Dans le présent travail et comme on a donné une importance a l'étude du fonctionnement et les différentes pannes de quelques type de compresseurs et concrètement celui rotatif a vis.

Une grande partie de maintenance est envisagée dans le présent travail afin d'augmenter l'effet économique et diminuer les arrêts et pannes qui font stopper toute la chaine de travail des usine .On a donné des explications et des détails sur la constitution de plusieurs types de compresseurs ; volumétriques à piston; rotatif ; dynamiques ; axiaux ; centrifuges ;ceux avec enveloppe à plan de joint horizontal ;et avec corps ouverts verticalement ainsi que leurs principes de travail .

Dans le chapitre deux après la description et le principe de fonctionnement de quelques composants des compresseur on a ajouté une partie sur les filtres d'admission d'air et ceux d'huile .Des explication sont données sur le système de refroidissement, le pressostat ; thermostat. D'autre étude sur le principe de travail et la maintenance des composantes du compresseurs comme : la Valve by-pass ; Clapet anti retour ; Clapet d'arrêt d'huile; Soupape minimum de pression ; Soupape de sécurité..

Une description générale sur les accouplements et les causes symptômes de pannes par exemple :

Lorsqu'il ya au niveau du moteur du compresseur une diminution du courant électrique (Ampérage), consommé qu'on peut remarquer sur les appareilles de mesure (capteur) sa veut dire que l'accouplement est défectueux. Par contre les filtres en acier inoxydable fritté (Donaldson P-GS) qui sont placées après les compresseurs possèdent le rôle de séparer l'eau qui existe avec l'air pour son transfert vers le sécheur .L'air comprimé est refroidit par le passage à travers l'évaporateur d'un groupe frigorifique la différence de température de l'air c'est elle qui fait sécher l'eau et diminue la température de l'air. Les mêmes types des filtres en acier inoxydable fritté (Donaldson P-GS) sont placés après le sécheur pour capter l'huile existant avec l'air .Ces derniers sont munis aussi des éponges mais d'une forme et matières spéciale.

Introduction générale

Dans notre thèse on a aussi envisagé le principe du séchage par adsorption qui contient deux réservoirs en parallèle avec des pierres spéciales qui absorbent l'humidité.

Dans les chapitres trois et quatre qui suivent on a examiné l'entretien du compresseur : avec l'analyse des différents défauts qui peuvent y avoir par exemple : le graissage des roulements : la mesure du système d'isolement ; ainsi que le changement d'huile. Puis on a proposé des solutions pour les problèmes et défauts qui se rencontrent généralement comme : le réglage des soupapes de sécurité etc .et les modes de défaillances et cause et les modes d'intervention

Chapitre I :

Généralité sur les compresseurs

I.1 Introduction sur les compresseurs

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 se comprime (son volume diminue) au fur et à mesure de l'augmentation de pression.

L'élévation de pression d'un gaz pour un compresseur est utilisée pour atteindre un niveau de pression déterminé par des processus tels que :

- Les réactions chimiques (pression convenable le catalyseur).
- Le stockage dans les cavités.
- La liquéfaction ou la séparation.
- Les cycles de réfrigération.
- L'alimentation des réseaux d'air comprimé...etc.

I.2 Classification les compresseurs [1]

Les compresseurs peuvent être classés selon les caractéristiques suivantes : figure I.1

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

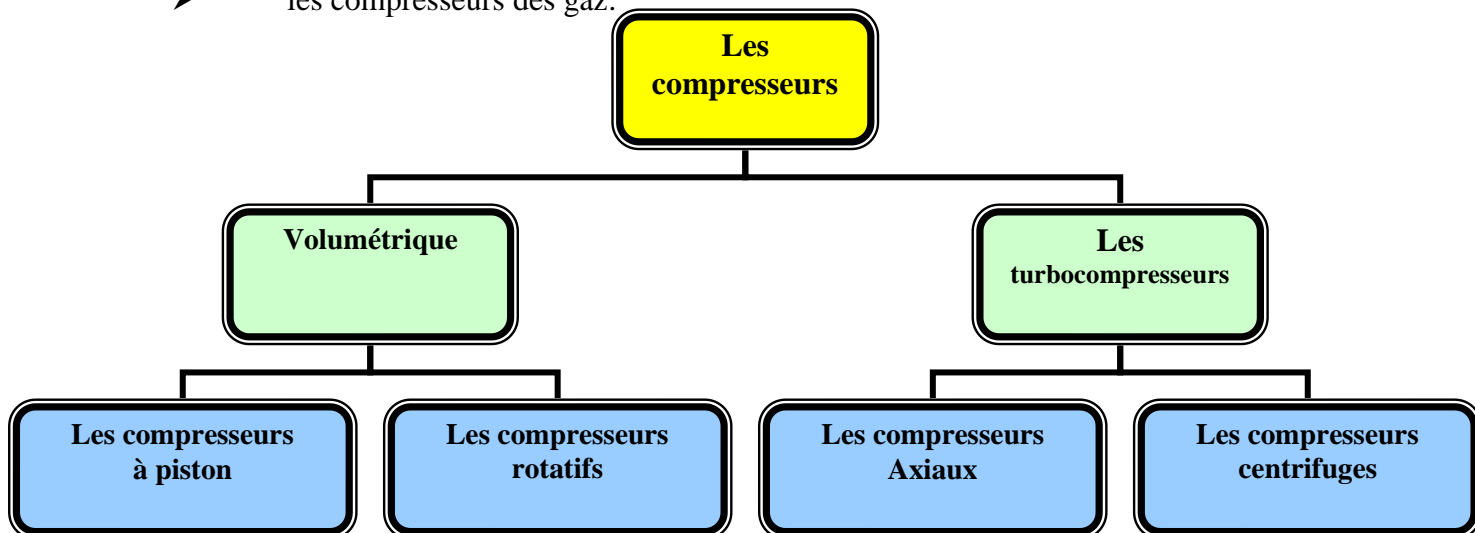


Figure I.1 Classification les compresseurs [2]

I.2.1 Compresseurs volumétrique

Les compresseurs volumétriques passent dans une élévation de pression obtenue en réduisant un certain volume de gaz par action mécanique.

I.2.1.1 Principe de fonctionnement

Pour expliquer le fonctionnement d'un compresseur volumétrique, il suffit d'observer un modèle à piston (figure I.2) le mouvement du piston vers le bas (figure I.2a) commande l'ouverture du clapet d'aspiration et l'introduction d'air dans la cavité entre la tête de cylindre et le piston. La course ascendante du piston commande la fermeture du clapet d'aspiration (figure I.2b) et entraîne la compression d'air dans l'espace restreint. La pression augmente à mesure que le volume diminue.

Lorsque la pression régnant dans l'espace au-dessus du piston dépasse la pression de la conduite de refoulement, le clapet s'ouvre et laisse s'échapper l'air comprimé dans le conduit.

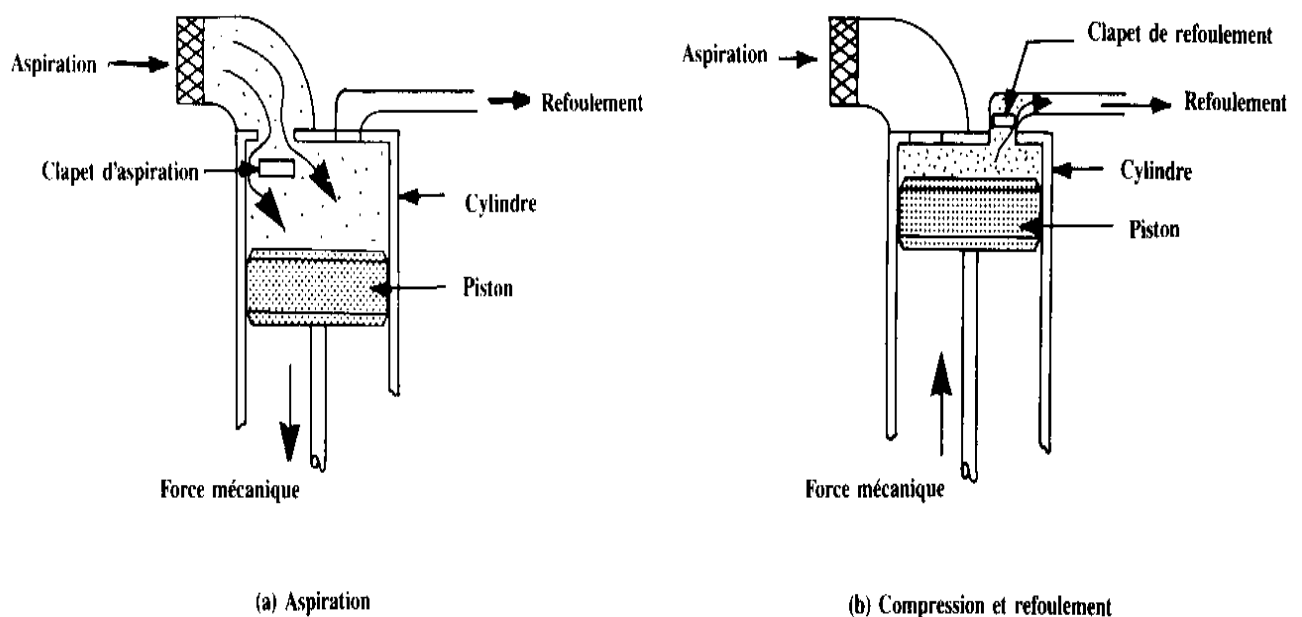


Figure I.2 principe de fonctionnement

I.2.1.2 Les Différent types de compresseurs volumétriques

Les compresseurs volumétriques peuvent être choisis suivant les organigrammes cités au-dessus figure I.1.

a) Compresseurs à piston

Dans un compresseur à piston, l'enceinte est le volume délimité par un cylindre, l'une de ses bases qui est fixe, et l'autre qui est un piston mobile dans l'alésage du cylindre, entraîné par un système bielle-manivelle.

En fin de compression, l'enceinte est mise en communication avec le circuit de refoulement, pour que le gaz comprimé à la pression P_2 puisse sortir. Une nouvelle masse de

gaz à la pression P_1 est alors aspirée dans les canalisations amont, et ainsi de suite, le fonctionnement de la machine étant cyclique.

Les organes qui commandent le refoulement ou l'admission sont, dans les compresseurs à piston, des clapets automatiquement actionnés par les différences de pression entre l'enceinte et les tubulures de refoulement ou d'admission. On désigne par cylindrée le volume balayé par le piston entre ses deux positions extrêmes, et par espace mort et le volume minimal de l'enceinte de compression. Dans les réalisations courantes, est de l'ordre de 3 à 5 %.

Du fait de l'existence de l'espace mort, les compresseurs volumétriques présentent une caractéristique particulière : leur cylindrée apparente est inférieure à leur cylindrée géométrique. Une certaine masse de fluide reste enfermée dans le compresseur en fin de refoulement, venant ainsi réduire le volume utile de la machine. On caractérise cette réduction de cylindrée par une grandeur appelée rendement volumétrique.

b) Compresseur rotatif

Ces compresseurs tels que les compresseurs à piston compriment les gaz par réduction du volume. Parmi les compresseurs relatifs on distingue :

- Compresseur à palette.
- Compresseur à vis.
- Compresseur type roots.
- Compresseur spirale.

I.2.2 Compresseurs dynamiques

Au point de vue de l'écoulement du fluide, les compresseurs dynamiques se divisent en machines axiaux et centrifuges. Voir figure I.3

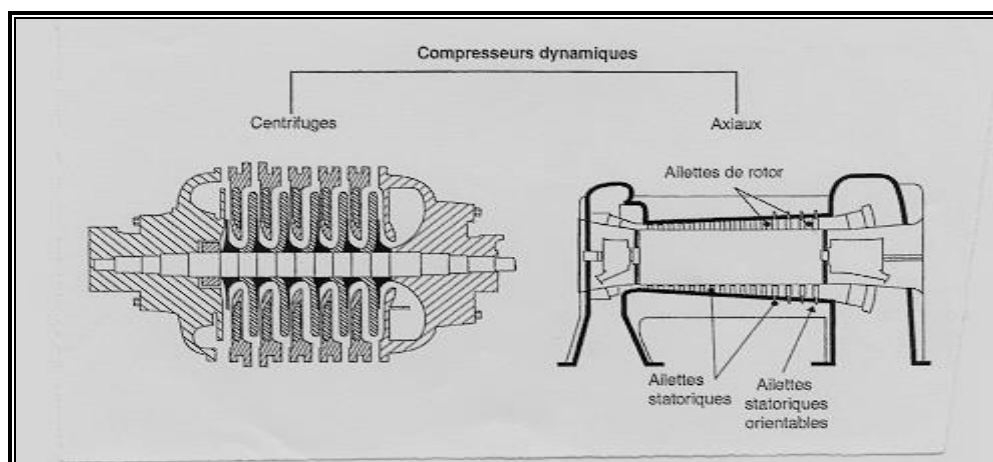


Figure I.3 les compresseurs dynamiques

I.2.2.1 Compresseurs axiaux

Les compresseurs axiaux sont des machines réceptrices à écoulement axial du compressible, ils sont utilisés dans les turbines à grande puissance et dans les turboréacteurs d'aviation, ils sont caractérisés par le nombre d'étage important et le taux de compression n'est pas élevé.

I. 2.2.2 Compresseurs 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.

I.2.2.2.1 Description de compresseur centrifuge

Le compresseur centrifuge est une machine "dynamique" à écoulement continu de fluide. Des 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 le diffuseur.

Ce type de machine est constitué par un corps extérieur (A) contenant la partie du stator dite ensemble de diaphragmes (B) où est introduit un rotor formé par l'arbre (C), une ou plusieurs roues (D), le piston d'équilibrage (E) et le collet (F) du palier de butée.

Le rotor entraîné par la machine motrice moyennant le moyeu (G) tourne sur les paliers porteurs (H) et est gardé dans sa position axiale par le palier de butée (I). Des dispositifs d'étanchéité à labyrinthe (L) et, si nécessaire, des étanchéités huile d'extrémité agissent sur le rotor (voir figure I.4).

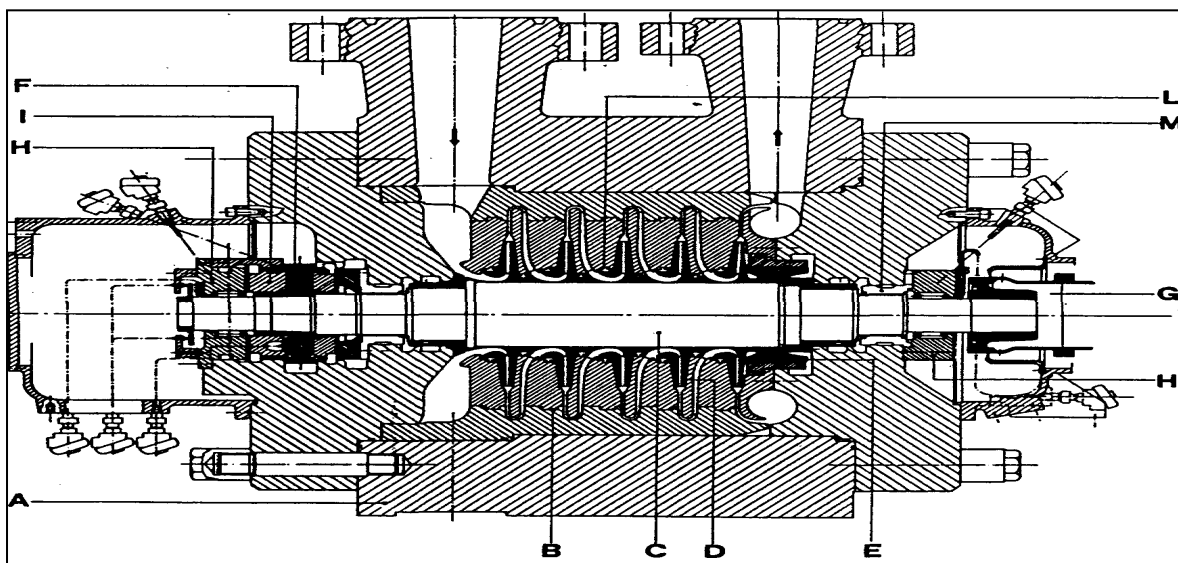


Figure I.4 Description de compresseur centrifuge

A) : Corps extérieur, B) : diaphragmes C) : arbre D) : Roues
E) : piston d'équilibrage, F) : collet du palier de butée, G) : Rotor
H) : paliers porteurs, I) : palier de buée, K) : labyrinthe

I.2.2.2.2 Type des compresseurs centrifuges

La construction de ces compresseurs étant adapté au cas particulier de chaque réalisation on distingue :

a) Compresseur centrifuge avec enveloppe à plan de joint horizontal

Ces compresseurs fonctionnent généralement à basses pressions (au-dessous de 60 bars) et débits importants.

Le corps ouvert horizontalement est constitué évidemment de demi-corps unis sur le plan de joint horizontal.

Les compresseurs avec corps ouvert horizontalement sont indiqués par le signe MCL et peuvent être subdivisés à leur tour suivant le nombre de section.

- Compresseurs MCL
- Compresseurs 2MCL
- Compresseurs 3MCL
- Compresseurs DMCL

b) Compresseurs avec corps ouverts verticalement

Les corps ouverts verticalement sont constitués d'un cylindre fermé aux extrémités par deux flasques. C'est pour cette raison que ce type de compresseur est dénommé « baril ». Ces compresseurs, généralement multi-étagés, peuvent marcher à des pressions élevées (jusqu'à 700 kg/cm²).

Le rotor et les diaphragmes situés à l'intérieur du corps ne diffèrent pas fondamentalement de ceux des compresseurs MCL.

- Compresseurs BCL
- Compresseurs 2BCL
- Compresseurs DBCL

c) Compresseurs avec corps en forme de cloche

- BCL avec corps en forme de cloche
- Compresseurs type PCL
- Compresseurs type « SR »

I.2.2.3 Principe de fonctionnement

Le gaz est aspiré par le compresseur à travers la bride d'aspiration, il entre dans une chambre annulaire appelé volute d'aspiration (figure I.5.a) et converge uniformément vers le centre de toutes les directions radiales. Dans la chambre annulaire du côté opposé par rapport à la bride d'aspiration, il existe une ailette pour éviter la formation de tourbillons du gaz.

Le gaz entre dans le diaphragme d'aspiration (figure I.5.b) 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. Puis le gaz parcourt le canal de retour, celui-ci est une chambre circulaire délimitée par deux anneaux formant le diaphragme intermédiaire (figure I.5.c) où se trouvent les aubes qui ont à tâche de diriger le gaz vers l'aspiration de la roue suivante. La disposition des aubes est telle qu'elle permet de redresser le mouvement en spirale du gaz de manière à obtenir une sortie radiale et une entrée axiale vers la roue suivante. Ensuite le gaz est aspiré par la deuxième roue et, pour chaque roue, le même parcours se répète. Pour réduire au minimum les fuites internes de gaz, des joints labyrinthes formés de 2 ou plusieurs segments de bagues, sont montés sur le diaphragme. La dernière roue de l'étage envoie le gaz dans un diffuseur qui mène à une chambre annulaire appelée volute de refoulement figure I.5.d, 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.

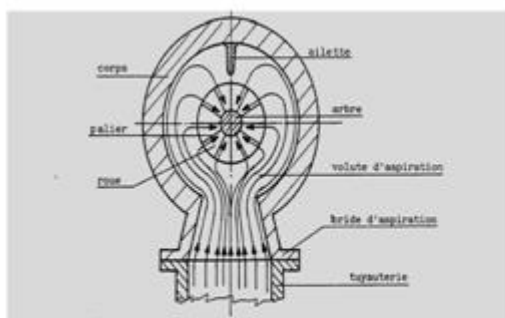


Figure I.5.a volute d'aspiration

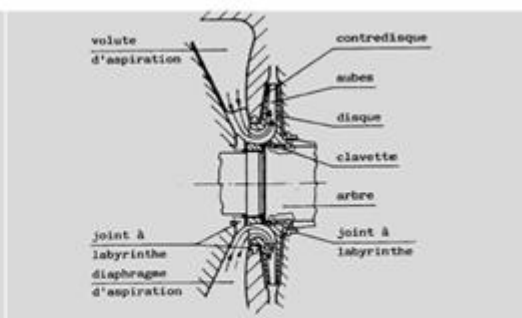


Figure I.5.b diaphragme d'aspiration

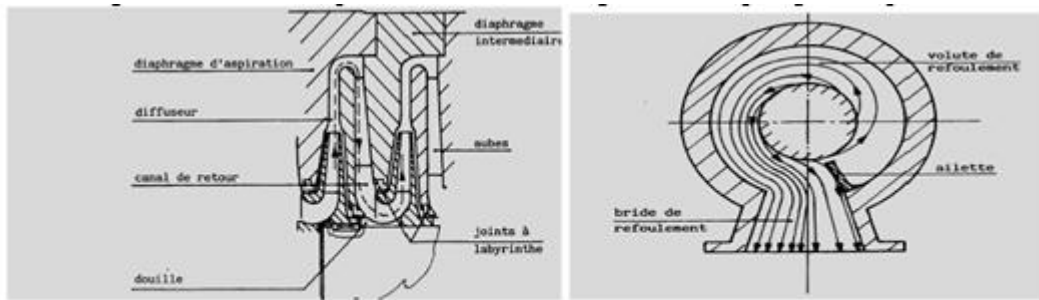


Figure I.5.c diaphragme intermédiaire

Figure I.5.d Volute de refoulement

Figure I.5 schéma de circulation d'air

I.3 Cycle thermodynamique

Les gaz étant des fluides compressibles [8], il est nécessaire et important d'abord de connaître et définir les principes et modes de compression d'un gaz.

a) Cas général

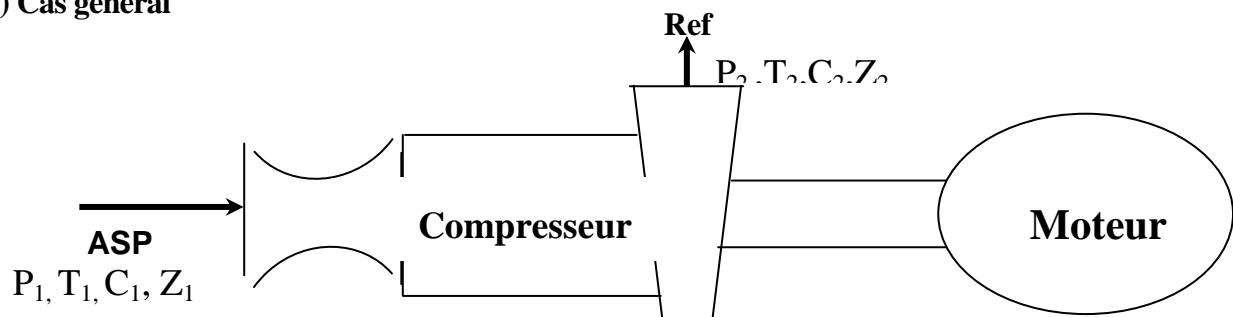


Figure I.6 Cycle thermodynamique

Les données à l'entrée

P_1 - pression atmosphérique [N/m^2] ;

T_1 - température [K] ;

C_1 - vitesse [m/s] ;

Z_1 - hauteur [m].

Considérons un compresseur de gaz, d'un type non précis. Les lois générale de l'écoulement permanent de ce fluide compressible, appliquée entre les points (1-2) d'entrée et de sortie du compresseur sont données par la relation :

$$(Q + W)_{1-2} = (H_2 - H_1) + \frac{1}{2}(C_2^2 - C_1^2) + g(Z_2 - Z_1) \quad (I.1)$$

Où :

Q - La chaleur échangée avec le milieu extérieur [J / Kg];

W - Le travail échangé avec l'extérieur et le fluide [J / Kg];

H - L'enthalpie du gaz [J / Kg];

C - La vitesse de l'écoulement du gaz [m/s];

Z - L'élévation géométrique [m].

D'autre part, la loi thermodynamique des gaz parfaits nous donne la révélation suivante :

$$PV^\gamma = cte \quad (I.2)$$

Où :

P - La pression du gaz [N/m^2];

V - Le volume spécifique du gaz [m^3/kg];

γ - indice adiabatique.

b) La transformation du fluide compressible dans le compresseur

La transformation de (1 à 2) peut se faire sous différentes façons :

1- en compression adiabatique.

2 - en compression isothermique.

3 - en compression polytrophique.

Nous serons amenés également à tenir compte des frottements dans les machines réelles.

c) Cas de la compression adiabatique dans un compresseur parfait

Dans le compresseur adiabatique ou isentropique, il n'y a pas d'échange de chaleur entre le compresseur et le milieu extérieur, toute la chaleur dégagée par la compression est conservée, soit une étanchéité parfaite.

On a : $\gamma = 1,4$ pour l'air.

ce qui donne: $\Delta Q = 0$, l'équation (I.1) devient

$$W_{1-2} = (H_2 - H_1) + \frac{C_2^2}{2} \quad (I.3)$$

Cette relation s'écrit aussi :

$$(H_2 - H_1) = C_p (T_2 - T_1) \quad (I.4)$$

C_p : Coefficient de chaleur massique moyenne entre T_1 et T_2 [$J / Kg.K$];

T_1, T_2 : Température du gaz entre l'entrée et la sortie [$.K$];

On a pour un gaz parfait les relations suivantes :

$$P_1 V_1 = r T_1 \quad (I.5)$$

$$P_2 V_2 = r T_2 \quad (I.6)$$

En divisant l'équation (I.5) sur l'équation (I.6) on obtient :

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right) \times \left(\frac{V_2}{V_1}\right) = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \quad (I.7)$$

Ensuite on trouve la relation suivante :

$$T_2 - T_1 = T_1 \left[\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1 \right] \quad (I.8)$$

D'où on obtient la nouvelle forme de l'équation (I.3)

$$W_{1-2} = C_p T_1 \left[\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1 \right] + \frac{C_2^2}{2} \quad (I.9)$$

On remarque que le travail dépend du taux de compression $\frac{P_2}{P_1}$, de la température initiale T_1 et de la vitesse de sortie C_2 .

d) Cas de la compression isothermique dans un compresseur parfait

Dans ce cas, la chaleur dégagée par le compresseur est entièrement et totalement prélevée et dissipée vers l'extérieur ce qui entraîne un refroidissement parfait de la machine figure I.7.

Comme $Z_1 = Z_2$ l'équation (I.3) s'écrit sous la forme suivante :

$$(Q + W)_{1-2} = (H_2 - H_1) + \frac{C_2^2}{2} \quad (I.10)$$

L'enthalpie dans le cas d'une transformation isotherme :

$$H_2 - H_1 = C_p (T_2 - T_1) = 0 \quad (I.11)$$

Puisque $T_1 = T_2$ on aura

$$(Q + W)_{1-2} = \frac{C_2^2}{2} \tag{I.12}$$

Cas de compresseur parfait : on a $\frac{C_2^2}{2} = 0$ alors :

$$(Q + W)_{1-2} = 0 \tag{I.13}$$

D'où

$$W_{1-2} = (-Q_{1-2}) \tag{I.14}$$

Par conséquent :

$$W_{1-2} = Q_{1-2} = \int_{P_1}^{P_2} V dp \tag{I.15}$$

Finalement :

$$W_{1-2} = r.T_1 \text{Log} \left(\frac{P_2}{P_1} \right) \tag{I.16}$$

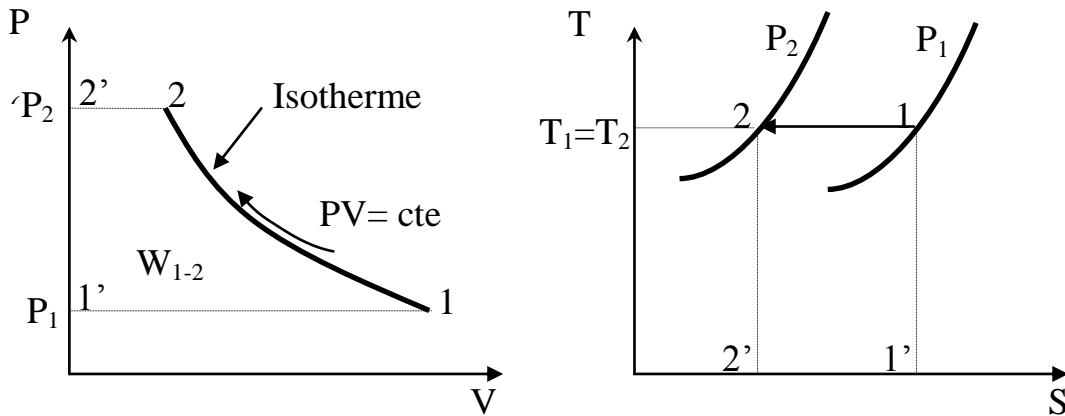


Figure I.7 Courbe de compression isothermique (P, V) et (T, S).

Aire 1'1. 2'2 : W_{th} (diagramme PV).

Aire 1'1. 2'2 : Q_{1-2} (diagramme TS)

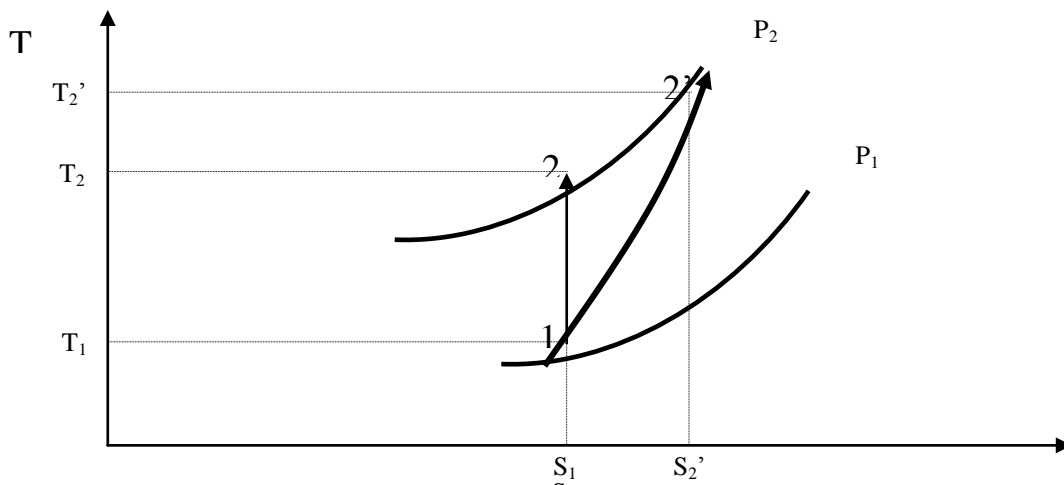


Figure I.8 Courbe réelle de la compression (T, S).

e) Cas de la compression polytropique dans un compresseur calorifugé

La compression polytropique est une compression réelle, l'augmentation réelle d'enthalpie est plus élevée que l'augmentation isentropique d'enthalpie voir figure I.8.

Point 2' : point finale de la compression réelle

$$H_{2'} - H_1 > H_2 - H_1 \quad (\text{I.17})$$

Et

$$T_{2'} - T_1 > C_p(T_2 - T_1) \quad (\text{I.18})$$

Avec ici :

$$P \cdot V^\gamma = \text{Cte} \quad (\text{I.19})$$

Où :

γ - Exposant polytropique ($1 < \gamma < 1.4$)

Le travail peut être exprimé par :

$$W_{1-2} = \int P dV \quad (\text{I.20})$$

On obtient la relation :

$$W_{1-2} = P_1 V_1 \frac{\gamma}{\gamma - 1} \left[\frac{P_2}{P_1} - 1 \right]^{\frac{\gamma}{\gamma - 1}} \quad (\text{I.21})$$

Par conséquent :

$$W_{1-2} = P_1 V_1 \frac{\gamma}{\gamma - 1} \left[\frac{P_2}{P_1} - 1 \right]^{\frac{\gamma}{\gamma - 1}} \quad (\text{I.22})$$

De même, le travail dépend du taux de compression, de la température initial et du rendement de la compression (appelle souvent rendement isentropique) peut être s'écrit sous la forme suivante.

$$\eta_h = \frac{H_2 - H_1}{H_{2'} - H_1} \quad (\text{I.23})$$

Ou

$$\eta_h = \frac{C_p(T_2 - T_1)}{C_p(T_{2'} - T_1)} = \frac{T_2 - T_1}{T_{2'} - T_1} \quad (\text{I.24})$$

Le travail nécessaire de la compression est nettement inférieur à celui de la compression isentropique, donc l'apport de l'énergie est le plus faible dans les applications industrielles, il faut toujours chercher à s'approcher de la compression parfaite pour un bon refroidissement.

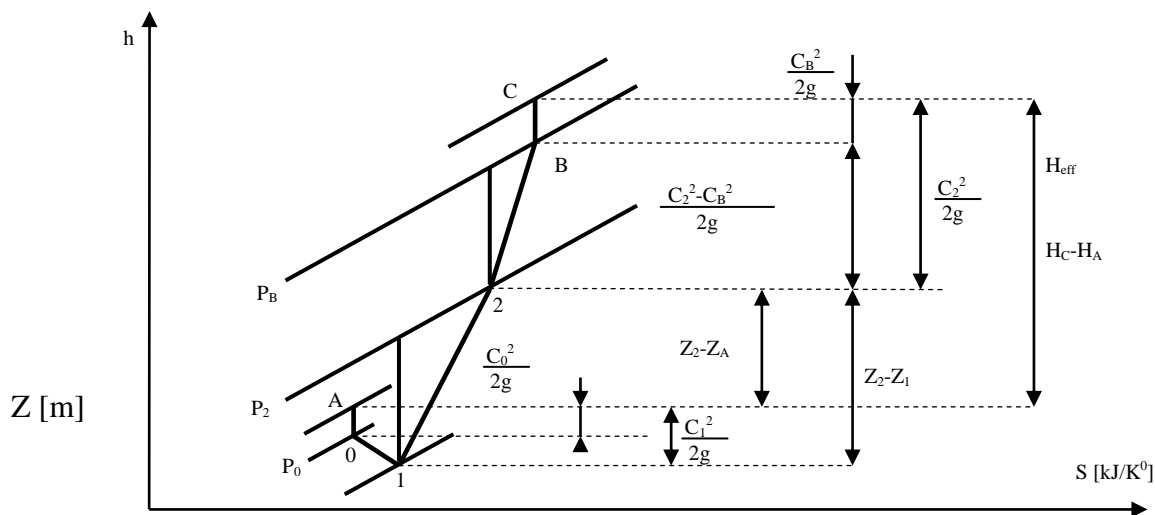
f) Représentation du procédé de compression sur le diagramme (Z, S)

Il est possible d'analyser tout le procédé de compression qui a lieu dans un étage d'un compresseur sur un diagramme Mollier (h, S) du fluide traité voir figure I.9.

Toute la phase de compression, c'est-à-dire tout le procédé de traitement du gaz dans l'étage, à pour but d'augmenter la pression du gaz de la pression initiale P_A à la pression finale P_B .

Cependant ce procédé a eu lieu en plusieurs phases, chacune se produisant dans une partie différente de la machine.

Admettons que l'étage soit l'étage initial. Le fluide qui se trouve à l'extérieur de la machine à la pression P_A , température T_A ...etc. c'est-à-dire dans les conditions du point A (figure I.9) arrivera à l'entrée de la tubulure d'aspiration du compresseur dans les conditions 0, c.-à-d. à une vitesse C_0 , une pression P_0 , une température T_0 ...etc.



Il subira donc, suite à l'aspiration, une augmentation ultérieure de la vitesse de façon à arriver à l'entrée de la roue à une vitesse C_0 , une pression P_1 ...etc.

Cette augmentation de vitesse se produit avec des pertes, par conséquent sur le plan Mollier le point représentatif des conditions du fluide à l'entrée de la roue est le point 1.

Le fluide passe donc dans la roue où se produit, échange d'énergie entre la machine et le fluide, qui sortira à la pression P_2 , à la température T_2 et à une vitesse absolue C_2 , c.-à-d., avec un contenu énergétique par unité de poids égal à :

$$Z_c = Z_2 + \frac{C_2^2}{2g} \quad (I.25)$$

L'unité de poids du fluide aura donc subi, à l'intérieur de la roue, une augmentation d'énergie sous forme potentielle (Z_2-Z_1) ainsi qu'une augmentation ultérieure due à la différence de :

$$Z_2 - Z_1 = \frac{C_2^2}{2g} - \frac{C_1^2}{2g} \quad (I.26)$$

Représentant un accroissement d'énergie subi sous forme cinétique, après avoir quitté la roue, le fluide parcourt le diffuseur, canal de retour où il transforme une partie de l'énergie cinétique en énergie potentielle, en sortant donc de l'étage aux conditions B et à une vitesse C_B donc:

$$Z_c = Z_B + \frac{C_B^2}{2g} \quad (I.27)$$

I.4 Explication du pompage

La figure I.10 montre une roue typique d'un compresseur centrifuge avec des ailettes incurvées vers l'arrière. Ces ailettes sont utilisées pour la plupart des applications industrielles et de processus. Un diagramme vectoriel a été développé à la sortie de la roue.

La charge développée dans un étage d'un compresseur centrifuge est une fonction du produit de la composante tangentielle de la vitesse absolue à la sortie de la roue et du rendement hydraulique à une vitesse de rotation donnée.

La capacité de l'étage étant diminuée par rapport à la valeur de calcul à vitesse constante, la valeur de la vitesse relative reste presque constante, sauf en ce qui concerne l'effet de glissement résultant d'un effet de circulation à l'extrémité de la roue.

Il apparaît donc que, si la capacité est diminuée à vitesse constante, la valeur de la vitesse à la sortie de la roue augmente, et ceci à un taux beaucoup plus élevé que la diminution du rendement hydraulique.

Il en résulte une augmentation de la charge développée par l'étage puisque la capacité est progressivement réduite en dessous de la valeur de calcul avec comme résultat une caractéristique typique du débit de charge d'un compresseur centrifuge.

Cette capacité étant réduite, le canal d'écoulement de la roue n'est pas complètement rempli. En réalité, un peu de recirculation localisée se produit dans le canal d'écoulement et plus le débit diminue, plus cet effet de circulation devient important

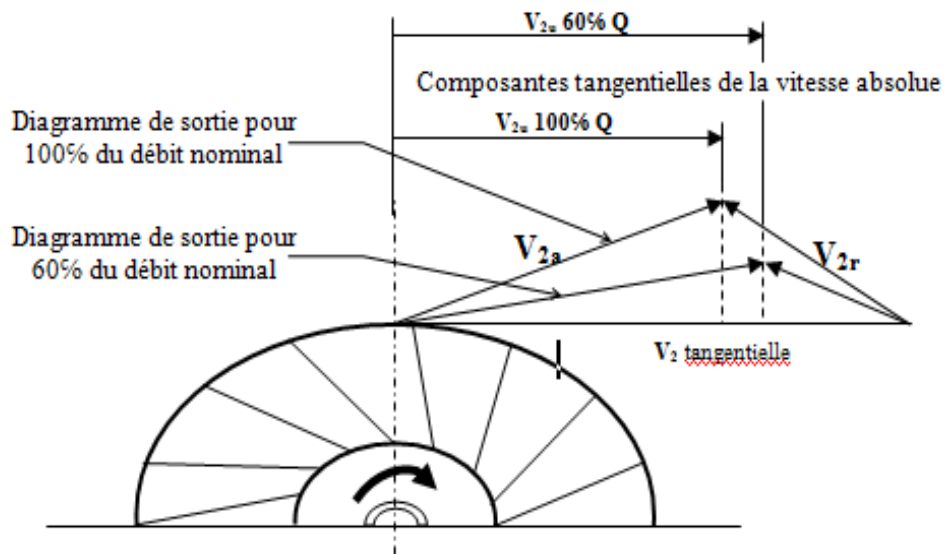


Figure I.10 diagramme typique de la charge d'une roue

A environ 60 % de la capacité de calcul de l'étage, le schéma d'écoulement dans la roue résultant de cet effet de circulation s'écroule figure I.11. Le pourcentage réel dépend du niveau de vitesse, du nombre de MACH et des poids moléculaires.

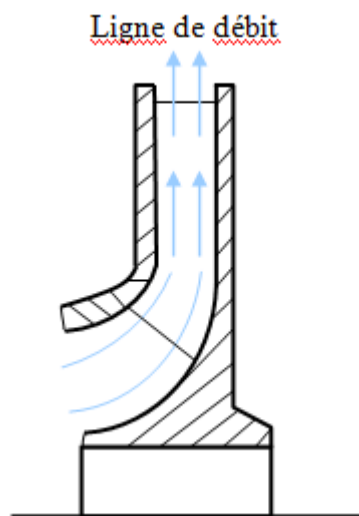


Figure I.11 trajectoire d'écoulement dans la roue

Au moment où le schéma d'écoulement s'écroule, la roue ne peut plus maintenir l'augmentation de pression quelle avait développée. Le niveau de pression dans le réservoir en aval du compresseur est supérieur à celui à un emplacement donné à l'intérieur et le débit s'inverse donc localement pour suivre le gradient de pression. Ceci n'implique que la capacité continue à diminuer jusqu'à ce que la pression du réservoir en aval soit suffisamment basse pour que la roue puisse la dépasser.

Ceci est indiqué par les points (3) en figure I.12. Quand la pression en aval est tombée à un niveau correspondant au point (3), la roue peut de nouveau commencer à débiter et elle assure immédiatement une capacité correspondante au point (4).

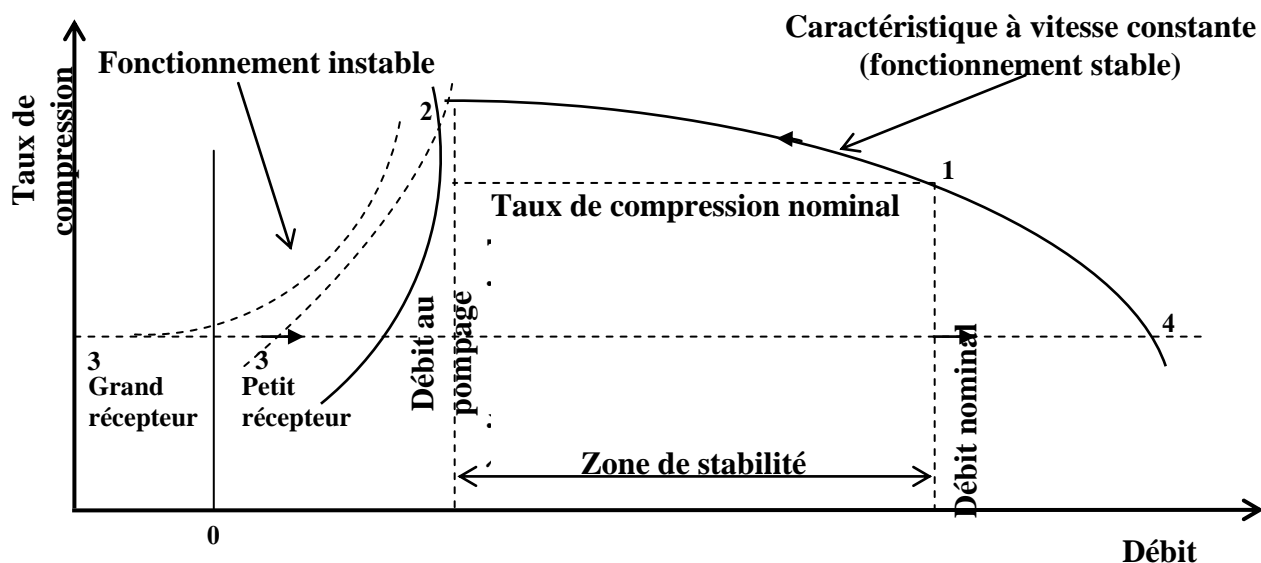


Figure I.12 courbe typique de performance

Si la condition ayant provoqué le pompage n'a pas été éliminé, la capacité du compresseur sera de nouveau progressivement diminuée le long de la courbe de vitesse constante par le point (1) au point (2) et le cycle de pompage se répétera.

La fréquence du pompage est bien entendu une fonction du temps nécessaire au compresseur pour changer la capacité du point (2) par le point (3) et point (4), et finalement retour au point (2). Si la capacité du réservoir en aval est importante, la fréquence de pompage sera faible et sa violence sera audible. Si la capacité du réservoir en aval est faible, la fréquence sera élevée et la violence considérablement diminuée et peut-être tout juste audible. Ceci dépend également de la pression en jeu. Plus la pression est élevée, plus l'énergie est importante.

Un clapet de non retour peut être installé dans la ligne de refoulement du compresseur aussi près que possible de la bride du compresseur pour diminuer l'amplitude du pompage, s'il survenait.

Même si un étage de compresseur centrifuge fonctionnant à vitesse constante passera en pompage à environ 60 % de la capacité de calcul, la stabilité des unités multi-étagés est sensiblement plus faible. Ceci résulte des caractéristiques de base de chaque étage du compresseur puisque à des capacités inférieures au calcul, une diminution de volume plus importante est obtenue. Ainsi, si chaque étage d'un compresseur multi-étagés pompe à 60 %

de la capacité de calcul, l'unité globale peut pomper à 70 % de la capacité de calcul à l'entrée de l'unité. Ce débit correspond à 60 % de la capacité de calcul de la dernière roue à cause de la réduction de volume plus forte rencontrée dans les étages précédents.

Un compresseur passera inévitablement en pompage quand la capacité à travers lui est trop réduite pour une vitesse donnée où si l'on lui impose une pression différentielle supérieure à celle qu'il peut développer à une vitesse donnée.

Un pompage violent ou prolongé peut provoquer la défaillance du palier de butée. Le pompage pendant une période prolongée provoquera également une surchauffe du compresseur.

Si le poids moléculaire du gaz pompé augmente au-dessus du poids moléculaire pour lequel le compresseur a été conçu, la stabilité du compresseur se trouve diminuée à une vitesse donnée. Ici, la stabilité est définie comme étant la différence de la capacité de calcul et la capacité au point de pompage à la vitesse de calcul, divisée par la capacité de calcul et elle est indiquée en % de la capacité de calcul.

a) les méthodes utilisées pour éviter le pompage

Plusieurs cas peuvent être réalisés pour sortir le compresseur du pompage :

1. augmenter le débit du circuit vers l'aspiration du compresseur.
2. augmenter le débit à travers le compresseur en retournant par un by-pass et un réfrigérant une partie du gaz pompé du refoulement à l'aspiration de l'unité.
3. diminuer le rapport de pression à travers le compresseur en diminuant la pression de refoulement ou en augmentant la pression d'aspiration, ou les deux si le débit doit rester constant.

Les mesures à prendre pour sortir un compresseur du pompage dépendant de ce qui peut être fait avec le processus concerné. Si la vitesse reste constante, il faut augmenter le débit dans le compresseur ou diminuer le rapport de pression à travers le compresseur pour éliminer le pompage.

Si le processus exige un rapport de pression plus élevé que celui que le compresseur peut développer à une vitesse donnée, une augmentation du rapport de pression peut être obtenue en augmentant la vitesse du compresseur. Cette augmentation de vitesse sera limitée par la vitesse de service maximale admise du compresseur et de l'entraînement.

Si le processus exige une capacité plus faible que celle que le compresseur peut développer à une vitesse donnée, la vitesse peut être diminuée si le rapport de pression peut être réduit. Pour la diminution de vitesse, la 1^{ère} vitesse critique du compresseur de l'entraînement peut être le facteur de limitation.

I.5 conclusion

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.

Chapitre II :

Étude d'un compresseur d'air GA

II.1 Description générale :

Le compresseur rotatif à visa été spécifiquement conçu pour réduire les coûts de maintenance pour l'opérateur. Vue ses composants (filtre à huile, filtre à air, filtre déshuileur, soupape de réglage, soupape de minimum, soupape de sécurité pression maximum, thermostat, refroidissement, unité de compression à vis, pressostat ,.....etc).

Le type de compresseur est GA .Les GA (ATLAS COPCO) est un compresseur stationnaire à vis, mono étagé, à injection d'huile, et entraîné par un moteur électrique raccordé par l'intermédiaire de l'accouplement au bloc de compression, et contrôlé par un pressostat de régulation, qui arrête le compresseur à la pression maximale pré réglée, et le redémarre à pression maximale.[10]

Les compresseurs sont disponibles pour une pression de service maximale de:8.5, 10 ou 13 bar (e) pour les versions de 60 Hz.

GA comprennent principalement:

- 1-Moteur.
- 2- Filtre (s) d'air.
- 3- Un ou deux éléments de compresseur.
- 4- Un ou deux déchargeurs.
- 5- Récepteur d'air / séparateur d'huile.
- 6- Refroidisseur d'air / huile.
- 7- Système de contrôle Elektronikon.

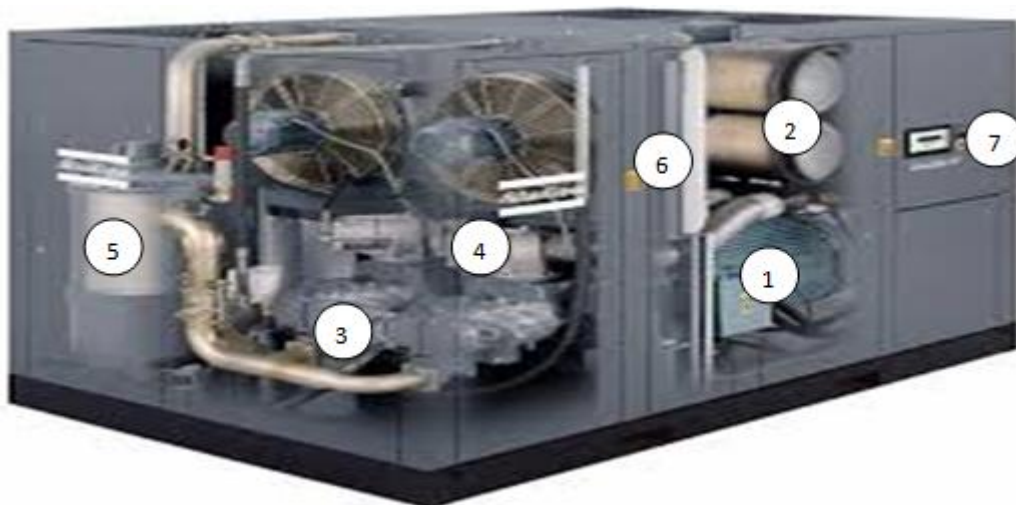


Figure II 1 : compresseur GA250

II.2 Principes de fonctionnement:

Le modèle GA 250 - 60Hz est un compresseur rotatif à vis lubrifiées, son principe consiste en la rotation de deux rotors hélicoïdaux, l'un à quatre lobes et l'autre à six cannelures, comme le montre la figure suivante:

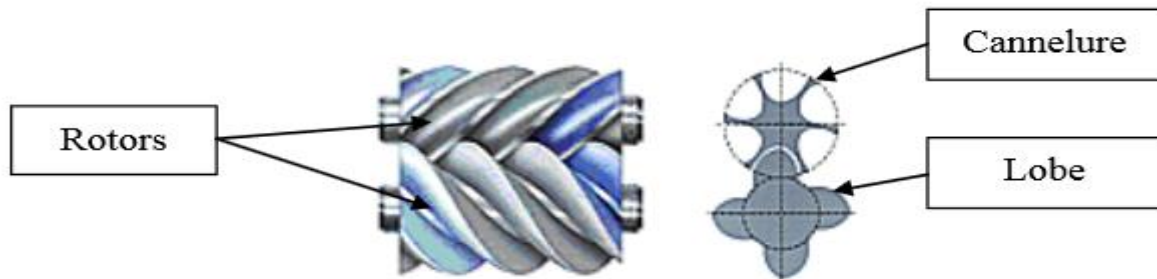


Figure II 2 : Rotors du compresseur

Ces deux rotors donc tournent l'un par rapport à l'autre avec un rapport de vitesse de 1,5, afin de réduire progressivement le volume contenant l'air.

L'air rentre par les extrémités et pénètre dans la chambre de compression, alors l'air se retrouve emprisonné dans l'enceinte formée entre le lobe et la cannelure, l'air comprimé sort finalement par l'orifice de refoulement. De l'huile est injectée pour fermer hermétiquement les interstices (jeu) et lubrifier les rotors.[11]

II.3 Les composants de compresseur

II.3.1 Élément compresseur :

Est composé d'un bloc compresseur mono étagé à vis rotatif, injection d'huile et se compose de deux rotors :

- Rotor male à 5 lobes.
- Rotor femelle à 6 cannelures.

Les deux rotors sont plongés dans un carter d'huile (circuit d'huile fermer).

1-Elément compresseur

2-Eléments fixes : Ils servent à supporter les axes et le raccordement, l'étanchéité, et de fermer le circuit d'huile.

3-Elément mobiles : Ils se composent de roulements à billes et de roulement à rouleau cylindrique afin de supporter les charges axiales et radiales des vis et des arbres du moteur.

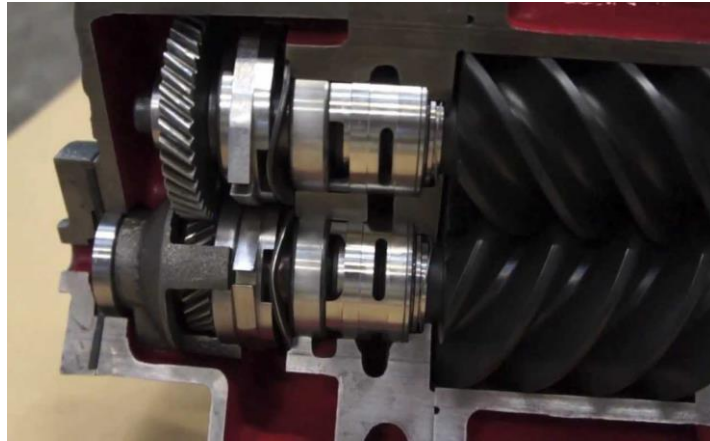


Figure II 3 : Elément compresseur

II.3.2 Filtre d'admission d'air :

Le filtre est une combinaison d'un pré filtré avec bol à poussière et d'une cartouche filtrante.

Le rôle: Il empêche les corps étrangers d'entrer dans l'élément compresseur, comme les saletés, la poussière.

Quand l'indicateur détecte l'encrassement du filtre, il faut le remplacer.



Figure II 4 : Filtre d'admission d'air

II.3.3 Filtre d'huile :

C'est une cartouche qui sert à filtrer et séparer les impuretés d'huile. Il doit être changé, dès que le degré de colmatage augmente.



Figure II 5 : Filtre d'huile

II.3.4 Réservoir- séparateur d'huile :

Il contient l'huile nécessaire pour la lubrification du compresseur et fait la séparation huile –air, ou l'huile se condense sur la partie inférieure du réservoir et l'air séparé se refoule vers le réfrigérant.[12]



Figure II 6 : séparateur d'huile

II.3.5 Refroidisseurs :

Gardez les radiateurs propres pour maintenir l'efficacité de refroidissement. Sur GA, dévisser les boulons et faire pivoter les ventilateurs Du bloc de refroidissement. Souffler l'air de l'élément du compresseur Compartiment à travers les refroidisseurs vers le moteur d'entraînement compartiment. Retirez toute saleté. Repositionnez et réparez les ventilateurs. Assurez-vous que les ventilateurs tournent librement.[13]



Figure II 7 : Refroidisseurs

II.3.6 Conduite spécial air / huile :

La connexion se fait par des conduites, tuyaux en matière adéquate, pour supporter les contraintes de l'air comprimé, et ils sont raccordés aux instruments du circuit par supporter les contraintes de l'air comprimé, et ils sont raccordés aux instruments du circuit par des raccords, qui les serrent avec la tuyauterie, par des anneaux de serrage.

II.3.7 Instrumentation :

II.3.7.1 Pressostat :

C'est un appareil de mesure qui surveille la pression d'air à la sortie de l'élément de compresseur.

II.3.7.2 Thermostat :

C'est un appareil de mesure qui surveille la température d'huile à la sortie du compresseur, afin d'éviter la surchauffe du compresseur. Lorsque T° atteint le seuil ($T=110^\circ \text{ C}$), il agit directement sur l'arrêt de compresseur.



Figure II 8: Thermostat

II.3.7.3 Valve by-passe:

C'est un orifice calibré, utilisé pour le réglage de la température d'huile. Elle est commandée automatiquement par la température d'huile (elle s'ouvre à partir de 65° C).



Figure II 9 : Valve

II.3.7.4 Clapet anti retour :

C'est une pièce faite pour éviter le retour d'huile vers l'élément de compression (il fonctionne dans un seul sens).

II.3.7.5 Clapet d'arrêt d'huile :

Elle a pour fonction, d'empêcher l'entrée d'huile à l'élément de compression, durant la phase de refoulement du mélange air /huile, et elle s'ouvre par la force de rappel d'un ressort, lors de la phase d'aspiration.



Figure II 10 : Clapet d'arrêt d'huile

II.3.7.6 Soupape minimum de pression :

Elle permet le refoulement d'air vers le réfrigérant si sa pression est au minimum de 3.5 bars. Elle assure le graissage d'élément de compresseur pendant la phase de démarrage, et empêche la décharge du réseau (anti-retour).



Figure II 11 : Soupape minimum de pression

II.3.7.7 Soupape de sécurité :

a) Soupape de sécurité :

Equipée sur le réservoir séparateur, elle protège la centrale contre une surpression accidentelle.

b) En fonctionnement :

Faire fonctionner la soupape de sécurité en dévissant le bouchon une ou deux tours Et le resserrant.



Figure II 12 : Soupape de sécurité

II.3.8 Accouplement :

Transmet le mouvement ou la puissance entre deux arbres (moteur-élément compresseur) fait par une liaison élastique (pièce intermédiaire). Et on emploie des matières en caoutchouc, qui supportent une compression créée par inertie des éléments rotatifs au démarrage du moteur.[12]



Figure II 13 : Accouplement

II.4 Caractéristique technique du compresseur :

-type du compresseur	GA200 – GA250
-Puissance du compresseur	200kw – 250kw
-N de étage de compression	1
-pression maximal	13 bar
-pression nominal	8.5 bar
-pression minimal	6 bar
-débit d'air	33 – 40 m ³ / min
-tension entre phase	?
-vitesse de l'arbre moteur	1800 – 2000 tr / min
-capacité d'huile	100 L
-température ambiant maximal	110 c° - 120 c°
-température ambiant nominale	70 c° - 80 c°
-la température entrees d'eau	20c°
-la température sortie d'air	35c°
-Débit eau	5L / s
-démarrage	Etoile - triangle

Tableau II 1 : Caractéristique technique du compresseur

II.5 Corps de filtre SG Standard :

Les corps de filtres en acier avec économètre et purge condensats sont conçus pour la purification de l'air et des gaz comprimés. De part la conception modulaire des corps, différents types d'éléments filtrants peuvent être utilisés.



Figure II 14 : filtre SG

II.5.1 Description:

Les corps de filtres SG standards sont conçus pour la purification de l'air et des gaz comprimés dans des applications industrielles.

Les corps de filtres avec raccordement par brides ont une construction optimisée et offrent de faibles pertes de charge pour des débits importants. Ils sont équipés en standard d'un économètre et d'une purge pneumatique.

Une grande diversité de corps, avec simple ou multiple éléments, permet de répondre à toutes les demandes d'applications, par exemple en fonction de la taille du compresseur. Pour cette gamme de produit, nous vous proposons 13 tailles de corps de filtres différents permettant de traiter de 1080 jusqu'à 38400 m³/h.

Les corps de filtres SG sont conçus et fabriqués suivant la norme Européenne 87/404/EG pour les réservoirs sous pression.[14]

II.5.2 Le filtre en acier inoxydable fritté Donaldson P-GS :

L'élément filtrant P-GS de 5 microns dépasse les lignes directrices 3-A Pour la production de vapeur culinaire sous Pratique acceptée 609-03. Amélioration de la qualité de la vapeur Assure une durée de vie plus longue des éléments filtrants stérilisé et augmente l'efficacité de l'ensemble du processus.

Le P-GS offre une grande capacité de maintien de la saleté à Faible pression différentielle et débit élevé, et il peut Être régénéré par un rinçage arrière ou un nettoyage par ultrasons Pour offrir une longue durée de vie du filtre et des coûts d'exploitation réduits.



Figure II 15 : filtre P-GS

a) Application :

Il existe plusieurs termes utilisés pour la vapeur :

-La vapeur de processus est utilisée dans les applications de processus en tant que source d'énergie pour le chauffage des procédés, la commande de la pression et les entraînements mécaniques.

-La vapeur culinaire peut être injectée directement pendant la transformation des aliments et il doit répondre aux normes culinaires 3-A pour l'industrie laitière processus. La vapeur n'entre généralement pas en contact avec le produit final alors que la vapeur culinaire peut, et le fait souvent, entrer en contact direct avec le produit final.[15]

b) Caractéristique de flux pour élément :

Un dimensionnement correct d'un système de filtre à vapeur dépendra d'un certain nombre de variables, y compris: débit (livres Par heure), pression, indice de micron d'élément et chute de pression acceptable dans le système de filtration.

II.6 Gestion des condensats :

La vapeur d'eau condensée, suite au refroidissement et à l'augmentation de pression, est éliminée à chacune des étapes de traitement :

- Post refroidissement.
- Stockage.
- Séchage.
- Filtration.

L'eau, généralement contaminée par de l'huile ou des poussières, est évacuée via des purgeurs. Il en existe de quatre types, caractérisés par des niveaux de performance très différents.

II.6 .1 Purgeurs électroniques ou purgeurs automatiques avec réservoir :**a) Fonctionnement :**

Lorsque le niveau de condensats atteint un certain niveau dans le réservoir, un signal électrique provoque l'ouverture de la vanne de sortie. Cette vanne de sortie se referme lorsque le niveau de condensats atteint un seuil minimum. Ce mode de fonctionnement élimine toute perte d'air comprimé.



Figure II 16 : Débit de condensat sans perte d'air comprimé

b) Performance :

La perte d'air comprimé est nulle.

II.6 .2 Purgeurs avec minuterics :**a) Fonctionnement :**

L'évacuation de l'eau est réalisée par une ouverture commandée par une minuterie.

b) Performance :

-Sachant que la quantité de condensat à évacuer varie en permanence, en fonction des conditions atmosphériques et du taux de charge du compresseur, il est évident que ce mode d'évacuation n'est pas optimale et requiert de nombreuses interventions liées à la modification du réglage.

- la perte d'air comprimé, pour une pression de 7 bar g, est de l'ordre de 1,0 l/s.

II.6.3 Purgeurs manuels :**a) Fonctionnement :**

L'évacuation est réalisée via l'ouverture manuelle d'une valve

b) Performance :

- Ce type de purgeur nécessite de fréquentes interventions de maintenance.

- La perte d'air comprimé, pour une pression de 7 bar g, est très variable d'une installation à l'autre, mais est en moyenne très importante (43,3 l/s).

II.6.4 Purgeurs à flotteur :

a)Fonctionnement : L'évacuation du condensat est dictée par la position du flotteur.

b) Performance :

- Ce type de purgeur peut rester bloqué, soit en position ouverte soit en position fermée.

- La perte d'air comprimé, pour une pression de 7 bar g, est très variable, mais est en moyenne de l'ordre de 4,7 l/s.

c) Actions d'optimisation :

- Vérifier périodiquement le bon état de fonctionnement des purgeurs.

- Eviter autant que possible les purgeurs manuels

- Remplacer les purgeurs à minuterie par des purgeurs électroniques

- Si c'est possible acheter des purgeurs avec indicateur à niveau visible.[16]

II.7 Traitement des condensats :

II.7.1 Séparateurs huile/eau pour les condensats des compresseurs Ultra sep Super plus UFS-SP/ UFS-SP N :

Atlas Copco a des séparateurs huile / eau (type OSM), en particulier Conçu pour les compresseurs GA / GA W, séparer l'huile de Condensat pour répondre aux exigences de l'environnement local codes.

a) Fonctionnement:

Une chambre d'expansion détend l'air tout en le débarrassant de ses condensats qui passent alors dans le compartiment de sédimentation facile à retirer et ainsi facile à nettoyer. L'étape suivante est le filtre coalesceur avec son effet additionnel de séparation d'huile. L'huile qui surnage est siphonnée vers le bidon de récupération. L'eau est purifiée de ses dernières gouttelettes d'huile à l'aide de l'adsorbeur à charbon actif. L'eau pure quitte l'unité suivant la réglementation en vigueur.



Figure II 17 : Ultra sep Super plus N est disponible en sept modèles

b) Sécurité:

- Le charbon actif est protégé par un pré-adsorbeur.
- Un flotteur jaune vif prévient d'un début de blocage de la charge de charbon par un bouchon d'huile figée.
- La qualité de l'eau est analysée par un test comparatif visuel de turbidité. Le bidon de récupération d'huile doit être changé si le débit d'huile est interrompu.

c) Application:

Les séparateurs huile/eau Ultra sep UFS-SP purifient les condensats provenant de l'air comprimé pour répondre à la législation.[17]

II.8 Système du compresseur :**II.8.1 Système de régulation :**

Le système est contrôlé par le régulateur Elektronikon® (CM) Qui maintient la pression nette sous pression programmable Limite en chargeant automatiquement et en déchargeant le compresseur En fonction de la consommation d'air.

II.8.1.1 Flux d'air : GA 200 – GA 250 :

Filtres filtrés par aspiration d'air (AF) et déchargeurs (UA1 et UA2) Est comprimé dans les éléments du compresseur (E1 et E2). L'air comprimé et l'huile sont déchargés dans le récepteur d'air / l'huile Séparateur (AR) via les clapets anti-retour (CV1 et CV2). Dans l'huile L'air comprimé séparateur est séparé de l'huile. L'air est soufflé par la vanne de pression minimale (Vp) au refroidisseur d'air (Ca). L'air refroidi est déchargé à travers un piège à humidité (MTa) et Vanne de sortie (AV) vers le réseau pneumatique. Les clapets de retenue (CV1 et CV2) empêchent le retour de compression

II.8.1.1.1 Chargement :

Lorsque la pression nette diminue à la limite inférieure de la Pression de service (pression de charge), l'électrovanne (Y1) est énergétique. Le plongeur de l'électrovanne (Y1) se déplace vers le haut contre la force du printemps:

GA 200 - GA250

- 1. Les plongeurs des soupapes (V1, V2 et V3) retournent à leur positions originales par force de ressort comme pression de contrôle est ventilé via l'électrovanne (Y1).
- 2. La pression de commande est alimentée via flexible (2) ou flexible (4), La soupape de sélection (Ss) et la vanne (V1) aux chambres (1) de déchargeurs (UA1 et UA2) pour ouvrir les soupapes de décharge (UV1Et UV2).
- 3. Les vannes (V2 et V3) arrêtent de souffler l'air qui est tiré dans.
- 4. La livraison de l'air est reprise (100%), le compresseur fonctionne chargé.

II.8.1.1.2 Déchargement :

Si la consommation d'air est inférieure au débit d'air du compresseur, la pression du réseau augmente. Si la pression de réseau atteint la pression de décharge, l'électrovalve (Y1) est désexcitée, le plongeur de la valve retourne par la force du ressort :

GA 200 – GA 250

- 1. La pression de commande est alimentée par soupape souple (2) et sélecteur (Ss) par l'électrovanne (Y1) aux vannes (V1, V2 et V3).
- 2. Les plongeurs des soupapes (V1, V2 et V3) se déplacent contre force de printemps.
- 3. Pression de contrôle présente dans les chambres (1) des déchargeurs (UA1 et UA2) est évacuée vers l'atmosphère par une soupape (V1). Vannes de déchargement (UV1 et UV2) à proximité du printemps obligé.
- 4. Pour les compresseurs de 7.5 bar / 100 psi, la pression du récepteur est libéré:
 - à travers souple (2) et vanne (V2) au déchargeur (UA1)
 - via flexible (3) et vanne (V3) pour décharger (UA2)
- 5. Pour les compresseurs 10/13 bar / 125/150/200 psi, le récepteur la pression est libérée:
 - via flexible (2) et vanne (V2) aux décharges (UA1 et UA2)
 - via flexible (3) et vanne (V3) aux décharges (UA1 et UA2)
- 6. Lorsque la pression du récepteur diminue, la soupape de sélection (Ss) bascule.
- 7. Les vannes (V2,V3) permettent le faible débit d'air, qui reste attiré par des trous de dérivation (5) pour souffler du récepteur(AR) via flexibles (2,3) aux déchargeurs (UA1,UA2).
- 8. La livraison de l'air est arrêtée (0%), le compresseur fonctionne déchargé.

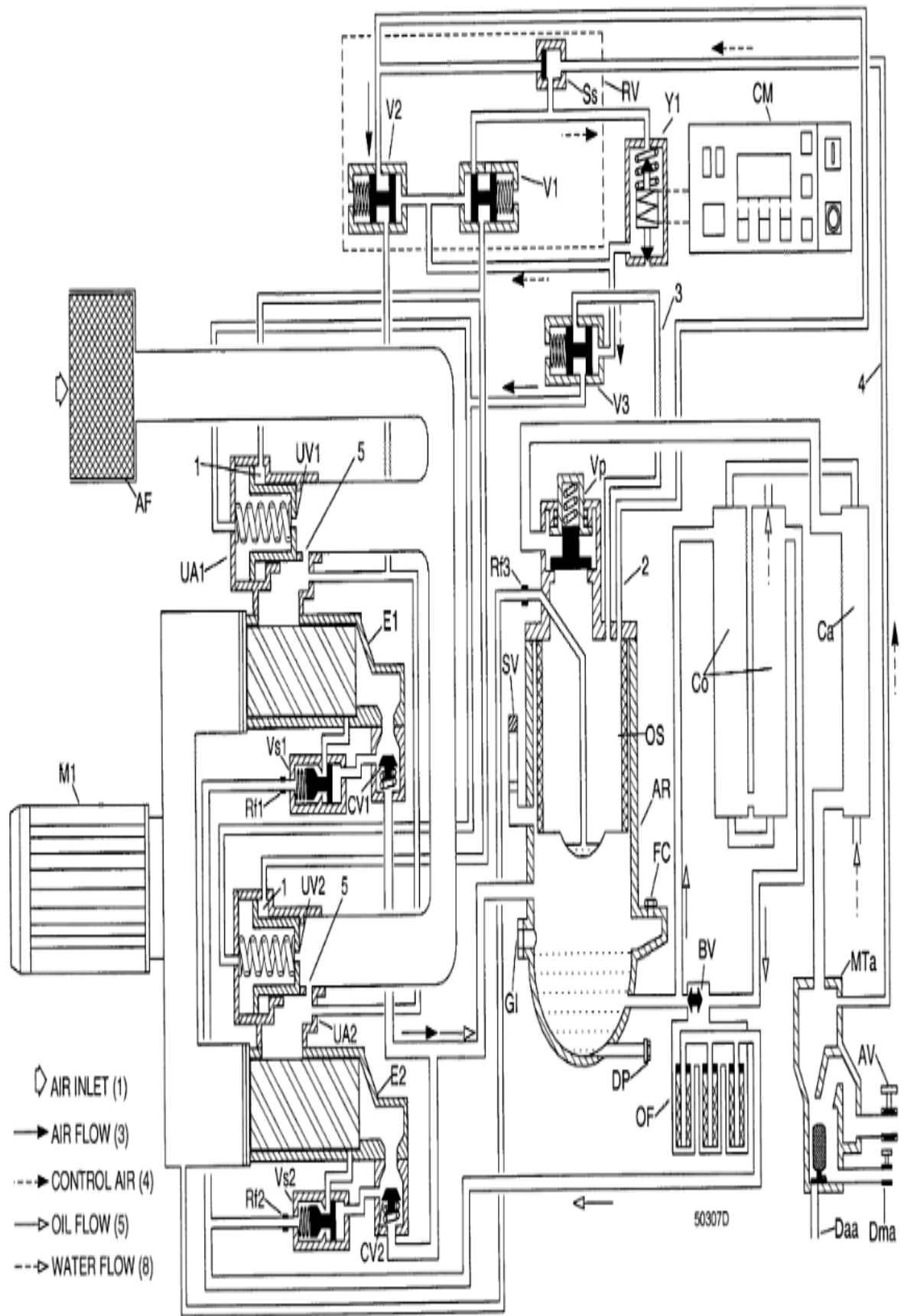


Figure II 18 : Système charge et décharge

-AF. Filtre (s) d'air	-E1. Élément compresseur	-UV1. Vanne de déchargement
-AR. Récepteur d'air / séparateur d'huile	-E2. Élément compresseur	-UV2. Vanne de déchargement
-AV. Soupape de sortie d'air	-FC. Bouchon de remplissage, huile	-Vp. Vanne de pression minimale
-BV. Vanne (s) de dérivation thermostatique, Refroidisseur (s) d'huile Californie.	-FN2 / 3. Ventilateurs	-Contre. Vanne d'arrêt d'huile
-Ca. Refroidisseur d'air	-Gl. Indicateur de niveau d'huile	-Vs1. Vanne d'arrêt d'huile
-CM. Régulateur Elektronikon®	-MTa. Piège à humidité	-Vs2. Vanne d'arrêt d'huile
-Co. Refroidisseur (s) d'huile	-M1. Moteur d'entraînement	-V1. Soupape de commande pour le déchargement soupape
-CV. Valve de contrôle	-DE. Filtres à huile	V2. Purgeur
-CV1. Valve de contrôle	-OS. Élément séparateur d'huile	V3. Soupape d'évacuation 1)
-CV2. Valve de contrôle	-Rf1 / 3. Restricteurs	Y1. Electrovanne de chargement
-Daa. Vidange automatique de condensat sortie	-RV. Vanne de régulation	1. Chambre2. Flexible, contrôle de l'air ou de l'évacuation air
-Dma. Vanne de vidange de condensat manuelle	-Ss. Soupape de sélection de pression	3. Flexible, air de soufflage
-DP1. Bouchon d'évacuation, huile	-SV. Soupape de sécurité	4. Flexible, contrôle de l'air
-E. Élément compresseur	-UA. Déchargeur	5. Trou de dérivation, déchargeur
	-UA1. Déchargeur	
	-UA2. Déchargeur	
	-UV. Vanne de déchargement	

Tableau II 2: Systèmes charge et décharge

II.8.2 Système d'huile GA 200 – GA250 :

La pression de l'air force l'huile du récepteur (AR) à travers l'huile refroidisseur (s) (Co), filtres (OF) et vannes (Vs1 et Vs2) à éléments de compresseur (E1 et E2) et les points de lubrification. Les soupapes d'arrêt d'huile (Vs1 et Vs2) empêchent les éléments du compresseur (E1 et E2) des inondations avec de l'huile lorsque le compresseur est arrêté valves (BV) by-pass refroidisseur d'huile (Co) lors du démarrage du compresseur à froid pour assurer un réchauffement rapide de l'huile à la température de travail normale.[18]

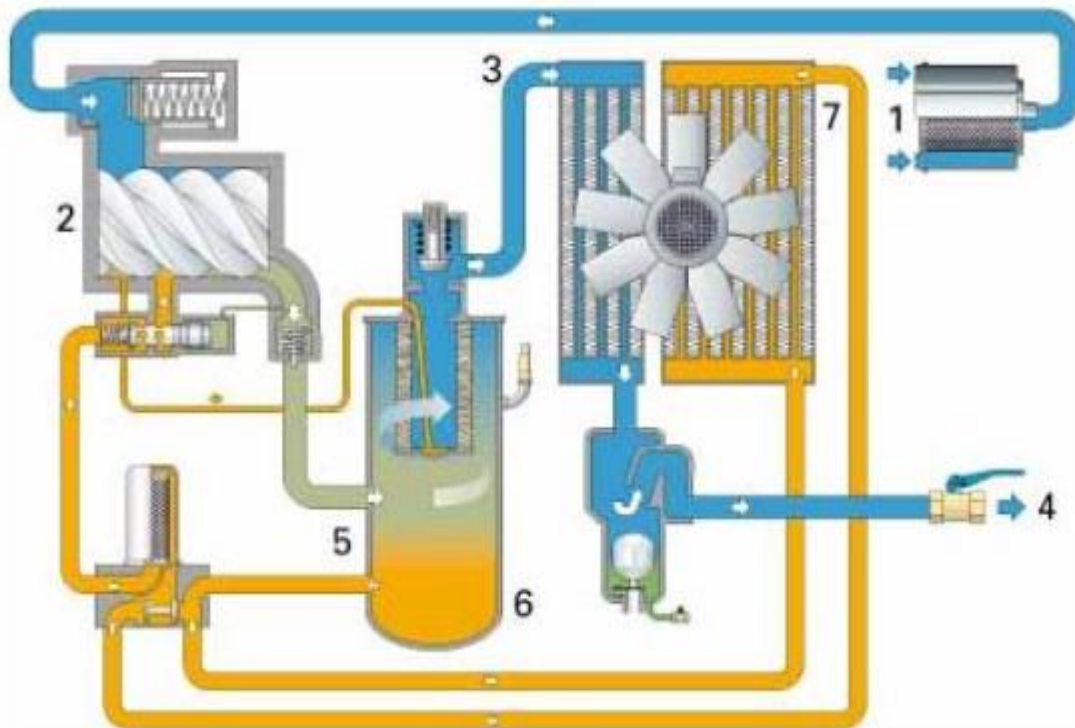


Figure II 19 : Écoulement air / huile dans le compresseur

Légende de la figure :

- 1: Entrée d'air.
- 2: Élément compresseur.
- 3: Refroidisseur final.
- 4: Sortie d'air.
- 5: Réservoir de séparation d'air / huile.
- 6: Carter d'huile.
- 7 :Radiateur .

II.8.3 Système de refroidissement :

Le système comprend un refroidisseur d'air (Ca) et un refroidisseur d'huile (Co) (GA 200 – GA 250 ont deux refroidisseurs d'huile).

Sur GA, les refroidisseurs sont refroidis par les ventilateurs (FN2 / 3) (GA200et - 250 sont équipés d'un ventilateur). GA sont fournis avec un Système d'eau de refroidissement.

a) Refroidisseurs de compresseurs d'air :

Refroidissement des compresseurs. Les compresseurs qui fonctionnent en permanence engendrent d'importantes quantités de chaleur attribuable au processus de compression. Cette chaleur doit être extraite à la fois du refroidisseur d'air de sortie et du refroidisseur d'huile. Les compresseurs sont normalement refroidis par air ou par eau.

b) Refroidisseurs intermédiaires :

De nombreux compresseurs anciens à plusieurs étages sont équipés de refroidisseurs intermédiaires qui sont chargés d'éliminer, entre chaque étage, la chaleur de compression. Ces refroidisseurs doivent être nettoyés périodiquement afin d'assurer une capacité optimale de transfert de chaleur aux fins d'une meilleure efficacité énergétique.

c) Refroidisseurs de sortie :

Ces refroidisseurs extraient la chaleur du lubrifiant et de l'air de refoulement du compresseur. Le refroidisseur d'air, installé en aval du dernier étage de compression, est refroidi par air ou par eau. Il est essentiel de veiller à son bon fonctionnement car la teneur en humidité de l'air dépend directement de la température de refoulement. Ces refroidisseurs d'air doivent être nettoyés régulièrement pour assurer une capacité optimale de transfert de chaleur aux fins d'une meilleure efficacité énergétique. Des températures supérieures à 38 °C provoquent généralement une surcharge des sécheurs d'air et entraînent des problèmes d'humidité. Les refroidisseurs réduisent la température de l'air de refoulement saturé et condensent la vapeur d'eau qui doit alors être séparée et vidangée du système.

L'entretien du dispositif de purge est essentiel si l'on veut éviter que de l'eau libre ne pénètre dans les équipements de séchage avals. Pratiquement tous les systèmes d'air comprimé industriels sont équipés d'un type ou un autre de refroidisseurs de sortie.

II.8.3.1 Entrée d'air du compresseur :

On admet en général, bien que cette idée fasse encore l'objet de débats dans l'industrie, que pour une efficacité énergétique maximale, l'air entrant dans le compresseur doit être le plus froid possible. Ceci tient au fait que l'air froid est plus dense que l'air chaud. Plus l'air d'entrée est froid, plus ses molécules le sont également, de sorte que davantage d'air est comprimé pour chaque tour du compresseur d'air. En outre, plus l'air d'entrée est froid, moins il y a nécessité de refroidissement intermédiaire et de refroidissement de sortie.[13]

II.9 Séchage :

II.9.1 Séchage par refroidissement :

a) Principe : L'air comprimé est refroidi par passage dans l'évaporateur d'un groupe frigorifique. L'abaissement de la température provoque la condensation de l'eau. L'air comprimé en sortie est réchauffé via un échange thermique avec l'air comprimé entrant. Le point de rosée est de l'ordre de 3 °C.



Figure II 20 : Sécheur frigorifique

b) Avantage :

- mode le plus économique

c) Désavantages :

- consommation électrique du compresseur (+/- 3 kWh / 1.000 m³)

- maintenance liée au compresseur

-point de rosée relativement élevé (classe 4)

d) Application : Ce mode de séchage est largement utilisé.

e) Actions d'optimisation :

- nettoyer ou remplacer les filtres si la perte de charge est supérieure ou égale à 0,4 bar
- contrôler le niveau de réfrigérant
- nettoyer périodiquement la surface d'échange du condenseur
- assurer une ventilation correcte autour du condenseur.

II.9.2 Séchage par adsorption :

a) Principe : L'unité de séchage se compose de deux réservoirs installés en parallèle et contenant un produit siccatif ; l'adsorption se déroule dans le premier, tandis que la régénération se fait dans le second réservoir. Il existe deux grands types de régénération : à chaud ou à froid.

II.9.2.1 Régénération à froid :

a) Principe : La régénération s'effectue via l'injection d'air comprimé. Pour la plupart des installations, le débit d'injection (10 – 20 % du débit nominal du sécheur) et la durée de la régénération sont fixes.

b) Avantage :

- le point de rosée sous pression est compris entre -40 °C et -70 °C

c) Désavantage :

- consommation d'énergie importante liée aux pertes de charge et au débit d'air de régénération: (+/- 15 % pour une classe 2) (+/- 21 % pour une classe 1)



Figure II 21 : Sécheur à adsorption

II.9.2.2 Régénération à chaud :

a) Principe : La régénération utilise soit de l'air ambiant réchauffé via des résistances électriques, soit de la vapeur, soit encore de l'air chaud issu du refroidissement du compresseur ; de l'air comprimé ou de l'air ambiant est ensuite injecté pour réduire la température. L'air ambiant ne peut être utilisé s'il est trop humide.

b) Avantage :

-le point de rosée sous pression est de -40 °C

c) Désavantage :

- consommation d'énergie liée aux pertes de charge et à la consommation éventuelle d'air

d) Comprimé : 8 – 12 % pour une classe 2

e) Application : Le séchage par adsorption est utilisé lorsqu'il est nécessaire d'avoir un point de rosée sous pression $< -20\text{ °C}$ (classes 1, 2 et 3).

f) Actions d'optimisation :

- dans la plupart des installations, la régénération s'opère sous un débit constant pendant un temps donné. Afin de minimiser la consommation d'énergie, il est recommandé de réguler la régénération soit sur base de la mesure continue du point de rosée, soit sur base de l'humidité du siccatif.

- il est important de ne pas sur dimensionner le sécheur, en particulier lorsque la régénération est réalisée par un débit fixe, calculé pour la capacité nominale, et qui prend d'autant plus d'importance que le débit d'air comprimé est faible.

- contrôler périodiquement le bon fonctionnement des vannes.

II.9.2.3 Filtration :

Le but de la filtration est d'éliminer :

- la vapeur d'huile provenant des compresseurs lubrifiés ou à injection d'huile

-les particules solides contenues dans l'air ambiant.

Plus le degré de filtration est important, plus la perte de charge générée par la filtration est grande. il importe donc de choisir le type de filtre en fonction des exigences réelles.

Les pertes de charge des filtres s'accroissent au cours du temps suite à la rétention.

Le coût d'exploitation augmente d'abord lentement, mais de manière exponentielle à partir d'un certain seuil.[16]

II.10 Système de contrôle Elektronikon

II.10.1 Moteurs de compresseurs :

Les moteurs électriques constituent le moyen le plus courant d'entraînement des compresseurs. En tant que moteurs d'entraînement, ils doivent délivrer une puissance suffisante pour démarrer le compresseur, l'accélérer jusqu'à sa pleine vitesse, et assurer son fonctionnement dans les diverses conditions prévues. La plupart des compresseurs d'air utilisent des moteurs électriques triphasés à induction classiques.[19]



Figure II 22 : moteur ABB

II.10.2 Caractéristique technique du moteur :

-constructeur	ABB
-puissance	237 – 290 kw
-vitesse de rotation	1488 – 1600 tr / min
-tension	380 – 400 v
-cos Θ	0.7 – 089
-Index de protection	55 IP
-courant	542 - 544 A
-phases	3
-fréquence	50 – 60 HZ

II.10.3 Régulateur Elektronikon

II.10.3.1 Contrôle automatique du fonctionnement du compresseur :

Le régulateur maintient la pression nette entre les programmables limites en chargeant et en déchargeant automatiquement le compresseur.

Un certain nombre de paramètres programmables, par ex. Le déchargement et Les pressions de chargement, le temps d'arrêt minimum et le maximum le nombre de démarrages moteurs est pris en compte.

Le régulateur arrête le compresseur dans la mesure du possible pour réduire la consommation d'énergie et le redémarre automatiquement lorsque la pression nette diminue. Dans le cas où la période de déchargement attendue est trop courte, le compresseur est maintenu en marche pour éviter de raccourcir périodes d'arrêt.

II.10.4 Protéger le compresseur :

a) Fermer :

Si la température à la sortie des éléments du compresseur Dépasse le niveau d'arrêt programmé, le compresseur Être arrêté. Ceci sera indiqué sur l'affichage (4-Fig. 3a) et La LED d'alarme générale (3) clignote.

Le compresseur sera également Arrêté en cas de surcharge du moteur d'entraînement et sur GA aussi En cas de surcharge du moteur du ventilateur Remédiez au problème et réinitialisez le message à l'écran avant Redémarrage. Voir "Mode d'emploi pour le régulateur Elektronikon®", Section "Sous-menu DONNÉES D'ÉTAT".

b) Avertissement de coupure :

Avant le niveau d'arrêt de la sortie de l'élément compresseur La température est atteinte, un message apparaîtra à l'écran (4- Figure. 3a) et la LED d'alarme générale (3) s'allume, pour avertir l'Opérateur que le niveau d'avertissement d'arrêt est dépassé. Le niveau d'avertissement d'arrêt est un réglage programmable sous le Niveau d'arrêt. [19]

II.11 Panneau de commande :[20]

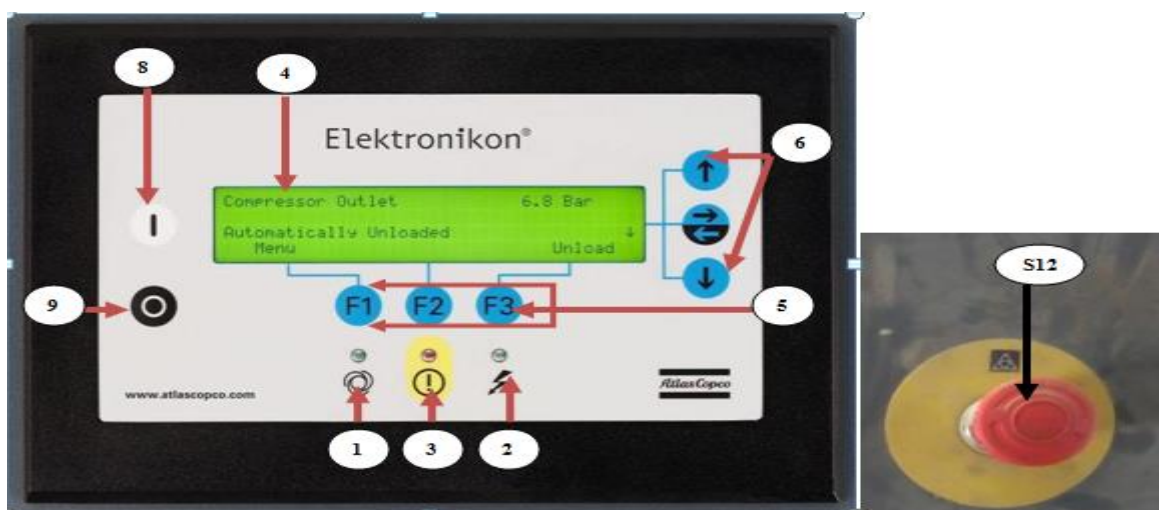


Figure II 23 : Panneau de commande

REF	La désignation	Fonction
1	commandant auto- LED	Fonctionnement automatique Indique que le régulateur est auto-LED commandant de manière mécanique le compresseur: Le compresseur est chargé, Déchargé, arrêté et redémarré selon la consommation d'air et les limitations programmées
2	Tension sur LED	dans le régulateur.
3	LED d'alarme générale	Indique que la tension est allumée. Est allumée si un avertissement d'arrêt la condition existe. Clignote si une condition d'arrêt Existe, si un capteur utilisé pour protéger le compresseur est hors service ou Après un arrêt d'urgence.
4	Affichage	Indique les messages relatifs à Condition de fonctionnement du compresseur, a un besoin de service ou une faute. Voir "Utilisateur Manuel pour Elektronikon Sous-menu «sections» du régulateur STATUS DATA "et" Submenu "UN SERVICE".
5	Touches de fonction	Touches pour contrôler et programmer le compresseur. Voir ci-dessous.
6	Touches de	Touches pour faire défiler l'affichage.
7	défilement	Touche pour accéder au champ suivant de l'affichage.
8	Touche Tabulateur	Appuyez sur le bouton pour démarrer le compresseur. LED (1) s'allume indiquant que, le régulateur est opérationnel (en fonctionnement automatique). La LED Après avoir déchargé manuellement le compresseur.
9	Touche de démarrage	Appuyez sur le bouton pour arrêter le compresseur. LED (1) sort. Le compresseur sera déchargé pendant 30 secondes avant de s'arrêter.
S2	Touche d'arrêt	Appuyez sur le bouton pour arrêter immédiatement le bouton du compresseur, En cas d'urgence. Après avoir remédié aux problèmes, Débloquez le bouton en le tournant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.
	bouton d'arrêt d'urgence	

Tableau II 3 : Panneau de commande

Chapitre III :

Maintenance et mode
défaillance d'un
compresseur

III.1 Généralité :

Les méthodes de la maintenance sont différentes selon la nature du matériel, mais on les regroupe dans deux classes : (Maintenance Préventive et Maintenance corrective.)

III.1.1 Définition de la maintenance préventive :

C'est un type de maintenance prévue et programmée, qui est effectuée selon les critères prédéterminés de défaillance, dans l'intention de réduire les probabilités d'un bien ou, la dégradation d'un service rendu.

III.1.1.1 Objectif de la maintenance préventive :

- Limiter le vieillissement du matériel.
- Améliorer l'état du matériel avant qu'il ne soit préjudiciable à la production en qualité et quantité pour des révisions systématiques opérées à un intervalle fixe.
- Diminuer les pannes.
- Diminuer le temps d'arrêt du moment d'une révision ou d'une panne.
- Recherche pour réduire coût et délit.

III.1.1.2 La maintenance préventive systématique :

C'est le type de maintenance le plus répandu, il est opérée selon le nombre de démarrages, ou bien selon le nombre d'heures de marche.

III.1.1.3 La maintenance préventive conditionnelle :

C'est un type important de maintenance, à condition de mettre en place un système d'affichage, qui donne un signal qui agit avant la défaillance.

III.1.1.4 Définition de la maintenance corrective :

Elle vise à accroître encore l'efficacité de l'entretien préventif par une correction de défauts relevés ; ce travail s'effectue en deux étapes :

- Analyse périodique des incidents de marche et détermine à l'avance des causes.
- La recherche des remèdes sur le plan technique ainsi que sur le plan d'amélioration dans la définition des consignes de conduite et de matériel.[12]

III.1.2 Programme d'entretien préventif du compresseur :

Ce programme comprend un résumé de l'instruction d'entretien. Lire la section correspondante avant d'effectuer la moindre opération d'entretien. Lors de l'entretien, remplacer les rondelles, les joints, anneaux toriques,.....etc. déposer.

Les contrôles "à longs intervalles" doivent aussi inclure les contrôles "à courts" intervalles

Période	Heure de marche	l'opération
Chaque jour		-Vérifier les lectures à l'écran
		-contrôle la température d'huile
		-contrôle la température séparateur huile /eau
		-Vérifiez que le condensat est déchargé (Daa) pendant le chargement
		-Contrôler le niveau d'huile
3 mois		-Fonctionnement de la soupape de sécurité (SV)
		-Enlever, démonter et nettoyer la vanne flottante du piège à humidité (MTa)
		- Nettoyer le compresseur
		-Vérifiez les éventuelles fuites
	500	-Vérifier les refroidisseurs (Ca et Co), -Nettoyage filtre d'air
	500	-nettoyer si nécessaire retirer les filtres à air (AF) et inspecter
	1000	- soumettre au contrôle tous les flexible - Inspecter la propreté du limiteur de débit
Année	2000	-Pour GA 13 bar Lorsque l'on utilise Atlas Copco Roto-injecte fluide, changez d'huile
	2000	-Remplacer les filtres à huile
	---	-Effectuer un test LED / affichage
	---	-Toutes les flexibles ont été inspectées
	---	-Remplacer les filtres à air
	---	-Vérifiez les soupapes de sécurité
	---	-Faites vérifier le compresseur par un service Atlas Copco représentant
	---	-Dispose de capteurs, d'inter verrouillage électrique et de composants Testé par un électricien
	---	-Vérifier le limiteur (Rf2) et aussi restreindre en amont de la vanne d'arrêt d'huile (Vs) pour la propreté
		-change huile faire remplacer le séparateur d'huile
		-graissage le roulement du moteur du compresseur
2 ans	8000	-Remplacez l'élément séparateur d'huile

Tableau III 1: maintenance préventif pour le compresseur

III.2 Programme d'entretien préventif du moteur :

III.2.1 Graissage de roulement : Le graissage est basé sur :

- Selon les normes DIN 57K3K.
- La qualité de graissage 20 g par roulement.
- Le graissage fait après les 2000heures de marche dans une température ambiante à 25°C.
- La qualité de graissage : (20g - 40g) par roulement.
- Le graissage fait après les 4000 heures de marche dans une température ambiante inférieure à 25°C.

Il faut renouveler la graisse de lubrification des roulements moteurs à l'aide du graisseur approprié, pour effectuer la lubrification (avec environ 35 g de graisse), enlever le bouchon de fermeture de la vidange situé sur le bouclier, toujours nettoyer le graisseur et tourner l'arbre de façon que la graisse se distribue dans le roulement. Au cours de la période de fonctionnement qui suit immédiatement la nouvelle lubrification, la température du roulement augmente (de 10°-25°) pendant une période transitoire puis redescend aux valeurs normales lorsque la graisse est uniformément répartie, les éventuels excès sont expulsés par les pistes du roulement. Une lubrification excessive provoque un auto-réchauffement des roulements. A la fin de la nouvelle lubrification, après quelques minutes d'essai, remettre les bouchons de fermeture sur les orifices des protections moteurs dont la fonction est de faire sortir la graisse en excès.



Figure III 1: Graissage roulements moteur

III.2.2 Mesure systématique de vibration :

Cette opération doit être faite périodiquement afin de :

- Eviter l'usure des roulements.
- Réduire le bruit anormal.
- Réduire les vibrations du moteur.
- Diminuer le risque de blocage.

III.2.3 Mesure systématique d'isolement :

Cette opération a pour objectif d'assurer le bon isolement entre les trois bobines du moteur et la carcasse, afin d'éviter l'échauffement et l'endommagement du stator.

III.3 Spécifications de l'huile :

On ne doit pas mélanger les huiles de marques et de qualités différentes.

Il faut utiliser seulement des huiles non toxiques en cas de risque d'inhalation de l'air refoulé.

III.3.1 Huile minérale pour les systèmes hydraulique :

Les caractéristiques sont : une huile minérale de qualité supérieure pour systèmes hydrauliques avec inhibiteurs contre l'oxydation et ayant des propriétés anti-usure. La grande viscosité doit correspondre à la température ambiante et aux normes ISO 3448, comme suit :

Température Ambiante	Grade de Viscosité	Indice de Viscosité
En permanence au – dessous de 25° c	ISO VG	95 au minimum
Entre 25°c et 10°c	ISO VG 32	95 au minimum
En permanence au – dessous de 0°C	ISO VG 15	95 au minimum

Tableau III 2: Spécifications de l'huile

III.3.2 Changement d'huile

- 1. Faites fonctionner le compresseur jusqu'à ce qu'il soit chaud. Arrêtez le compresseur et éteignez la tension. Attendez quelques minutes et dépressuriser en dévissant la fiche (FC1) un seul tour vers. Permettre toute pression dans le système pour échapper.
- 2. Vidanger l'huile en retirant les bouchons de vidange. Les fiches sont fourni sur le récepteur d'air (DP1), vanne d'arrêt d'huile (DP2), clapet anti-retour (DP3) 2), refroidisseur d'huile (DP4) 3) et boîte de vitesses (DP5). Serrer les bouchons après vidange.
- 3. Retirez le bouchon de remplissage (FC1). Remplir le récepteur d'air avec de l'huile jusqu'à ce que le niveau atteigne le col de remplissage. Réinstaller et serrer la fiche (FC1).
- 4. Exécutez le compresseur chargé pendant quelques minutes pour permettre le (s) soupape (s) de dérivation du refroidisseur d'huile s'ouvre. Arrête le compresseur et attendez quelques minutes.
- 5. Dépressurisez le système en dévissant la fiche (FC1) uniquement un tour pour permettre toute pression sur le système pour échapper. Retirer le bouchon de remplissage (FC1).

Remplir le récepteur d'air avec de l'huile jusqu'à ce que le niveau atteigne le col de remplissage. Serrer la fiche (FC1).

- 6. Réinitialiser l'avertissement du service d'huile à l'aide de la touche << Réinitialiser >> Sous-menu << Service >>.

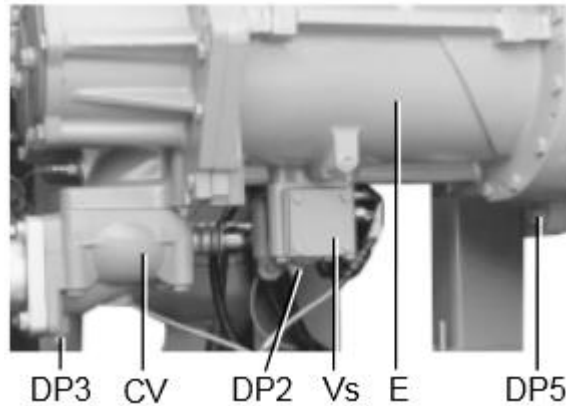


Figure III 2: Elément de compresseur

- CV : Valve de contrôle ;
- DP2 : Bouchon de vidange d'huile, vanne d'arrêt d'huile ;
- DP3 : Bouchon de vidange d'huile, clapet anti-retour ;
- DP5 : Bouchon de vidange d'huile, boîte de vitesses ;
- E : Elément compresseur ;
- Vc : Contre. Vanne d'arrêt d'huile.

III.3.3 Changement du filtre à huile :

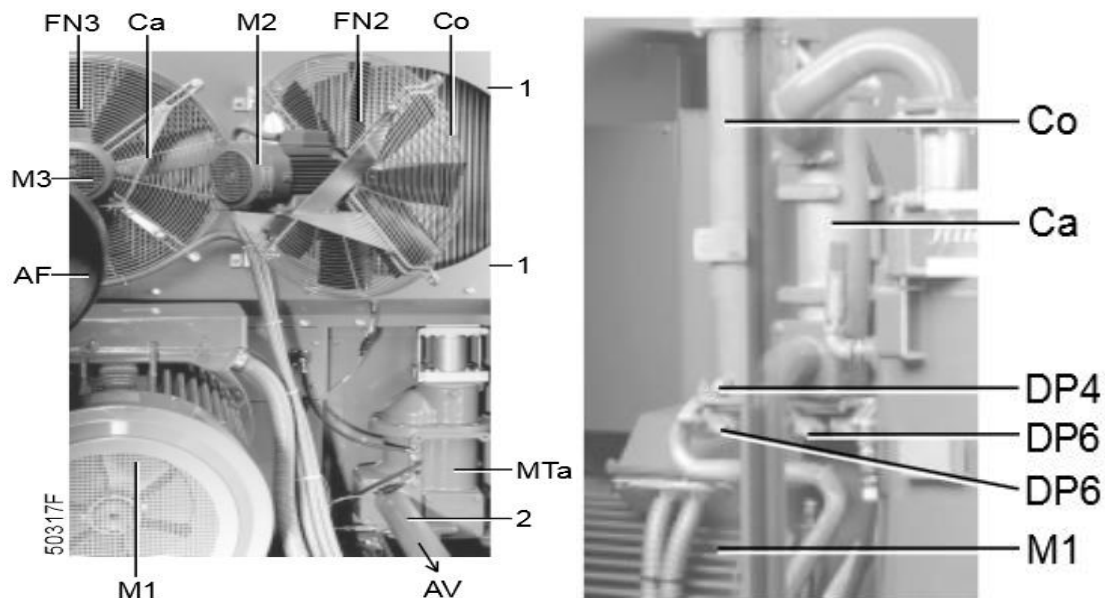
Pour cela il faut :

- 1. Arrêtez le compresseur, éteignez la tension et dépressuriser en dévissant la fiche (FC1) un seul tour vers permettre toute pression dans le système pour échapper.
- 2. Retirez les filtres à huile (OF).
- 3. Nettoyez les sièges du filtre sur le collecteur. Huiler les joints des nouveaux filtres et les visser en place jusqu'à ce que les joints contactent leurs sièges, puis serrez à la main.
- 4. Serrer le bouchon de remplissage (FC1).
- 5. Réinitialiser l'avertissement du service du filtre à huile en utilisant la touche <<Réinitialiser >> dans le sous-menu << Service >>.[21]

III.4 Stockage après installation

Exécutez le compresseur, deux fois par semaine, jusqu'à chaud. Charger et décharger le compresseur à plusieurs reprises pour faire fonctionner les composants du système de déchargement / chargement.

Si le compresseur va être stocké sans courir à partir de temps en temps, des mesures de protection doivent être prises.[18]



Figures III 3: Moteur et refroidisseur (exemples typiques)

A F. Filtre à air ;

A V. Soupape de sortie d'air ;

Californie. Refroidisseur d'air ;

Co. Refroidisseur d'huile ;

DP4. Bouchon de vidange d'huile ;

DP6. Bouchons de vidange d'eau ;

FN2 / 3. Ventilateurs ;

M1. Moteur d'entraînement ;

M2 / 3. Moteurs de ventilateur ;

MTa. Piège à humidité ;

1. Bolt ;

2. Tuyau de sortie d'air.

III.5 Réglage réparation et entretien des filtres :

III.5.1 Filtres d'air : Il faut d'abord :

- 1. Arrêtez le compresseur et éteignez la tension. Retirer les filtres.
- 2. Installez les nouveaux filtres. Prenez soin de tenir les filtres directement comme montré à la Fig. 5.
- 3. Réinitialiser l'avertissement du service du filtre à air à l'aide de la touche << Réinitialiser >> dans le sous-menu << Service >>

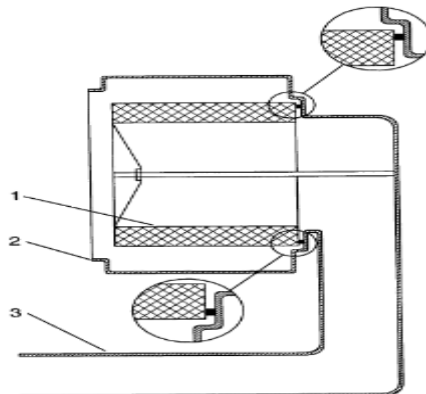


Figure III 4: Position correcte du filtre à air

- 1. Filtre ;
- 2. Chambre filtrante ;
- 3. Tuyau d'entrée d'air.

III.6 Refroidisseurs

Il faut garder les radiateurs propres pour maintenir l'efficacité de refroidissement. Sur GA, dévisser les boulons et faire pivoter les ventilateurs du bloc de refroidissement. Souffler l'air de l'élément du compresseur compartiment à travers les refroidisseurs vers le moteur d'entraînement compartiment. Retirez toute saleté. Repositionnez et réparez les ventilateurs. Assurez-vous que les ventilateurs tournent librement.

III.7 Soupape de sécurité :

- a) **En fonctionnement** Faire fonctionner la soupape de sécurité en dévissant le bouchon une ou deux tours Et le resserrant.
- b) **Essai** La soupape peut être testée sur une ligne d'air comprimé séparée.[21]

III.8 Résolution de problème:

III.8.1 Défautes et recours proposés

Défaute	Cause	Remède
Un message de service s'affiche à l'écran		Remplacez le composant indiqué ou graissez le moteur d'entraînement selon le cas. - Consultez le "Manuel de l'utilisateur pour le régulateur Elektronikon" pour remédier aux problèmes et réinitialiser le message (section "Sous-menu SERVICE").
Un message d'avertissement d'arrêt s'affiche à l'écran.	La LED s'allume indiquant que la température à la sortie de l'élément du compresseur est trop élevée	Le message disparaît dès que la cause du problème est corrigée
Unité est arrêtée	La LED clignote en indiquant que la température de sortie est trop élevée ou que le relais de surcharge du moteur a déclenché	Consultez le "Manuel de l'utilisateur pour le régulateur Elektronikon" pour remédier aux problèmes et réinitialiser le message (section "Sous-menu STATUT DONNÉES")
Le condensat n'est pas évacué du piège à l'humidité pendant le chargement	Tuyau de vidange bouché	Vérifiez et corrigez si nécessaire
	Dépannage de la vanne de flotteur	Retirer l'ensemble de la vanne de flotteur, nettoyer et vérifier
Livraison d'air du compresseur ou pression inférieure à la normale	La consommation d'air dépasse la livraison d'air du compresseur	Vérifier l'équipement connecté
	Filtres à air étouffé (AF)	Remplacer les filtres
	Fuites dans le contrôle des flexibles à l'air	Remplacer les flexibles
	Fuite d'air	Vérifier et corriger
Sortie d'élément ou température d'air de livraison au-dessus de la normale	Sur GA, l'air de refroidissement insuffisant ou la température de l'air de refroidissement est trop élevée	Vérifier la restriction de l'air de refroidissement. Améliorer la ventilation de la salle des compresseurs. Éviter la recirculation de l'air de refroidissement
	Sur GA, la température de l'eau de refroidissement est trop élevée ou est trop basse	Augmenter le débit d'eau
	Niveau d'huile trop bas	Vérifiez et corrigez si nécessaire
	Refroidisseur d'huile (Co) bouché	Nettoyage de refroidisseur ou changement le refroidisseur

Tableau III 3: Défautes et recours proposés

III.9 Les données Principales

III.9.1 Liens sur l'affichage :

Normalement, l'affichage principal est affiché, indiquant la pression de sortie d'air réelle et l'état actuel du compresseur. La touche << Show More >> permet à l'opérateur d'appeler d'autres Informations sur l'état du compresseur.[13]

Les lectures ci-dessous sont valides lors de l'utilisation aux conditions de référence

1-Pression de déchargement maximal	Voir la section II-8-1-1-1
2-Pression de sortie du compresseur	Dépend de programmé, Déchargement et chargement Les pressions
3-Chute de pression sur le filtre à air	Au-dessous de 0,050 bar
4-Différence de pression par rapport au pétrole Séparateur	Au-dessous de 0,8 bar
5-Pression d'injection d'huile au Élément de compresseur 1	Dépend de programmé Déchargement et chargement les pressions
6-Sortie la température du compresseur	Voir la section II-8-3-3
7-Élément de compresseur 1 température de sortie.	Entre 70 ° C et 110 ° C
8-Entrée d'air de refroidissement Température (en GA).	Au-dessous de 45 ° C
9- Température d'eau de refroidissement (sur GA)	Au-dessous de 20° C

Tableau III 4 : Les données Principales du compresseur.[13]

III.9.2 Paramètres programmables :

Un certain nombre de paramètres de régulation (par exemple, les pressions de chargement et de déchargement), les réglages de protection (par exemple, le niveau d'arrêt pour la température de l'élément du compresseur) et les réglages de service (par exemple, la durée de vie du pétrole) sont programmables.

Le «Manuel de l'utilisateur pour le régulateur Elektronikon» traite très bien de cette question (section «Sous-menu modifier réglages»)

III.9.3 Réglages des soupapes de sécurité:

- 13 bar (e) pour les versions de 8,5 bar, 10 bar
- 15 bar (e) pour les versions de 13 bar.

Important

Certains compresseurs avec une approbation spécifique ont des vannes avec d'autres réglages. Toujours consulter les données estampillées sur la valvule ou consulter Atlas Copco.

III.9.4 Spécifications du compresseur

a) Conditions de référence

- Pression d'entrée absolue. 1bar ;
- Humidité relative de l'air. 0 % ;
- Température d'entrée d'air. 20 °C ;
- Pression de travail nominale effective. 8,5bar ;
- Température d'entrée de l'eau de refroidissement. . . . 20°C.

b) Limites

- Température maximale d'entrée d'air. 45 °C ;
- Température minimale d'entrée d'air. 0°C ;
- Température d'entrée d'eau de refroidissement maximale. . . . 30°C
- Température maximale de sortie de l'eau de refroidissement (systèmes ouverts)...50°C ;
- Pression d'entrée d'eau de refroidissement maximale. 5bar. [18]

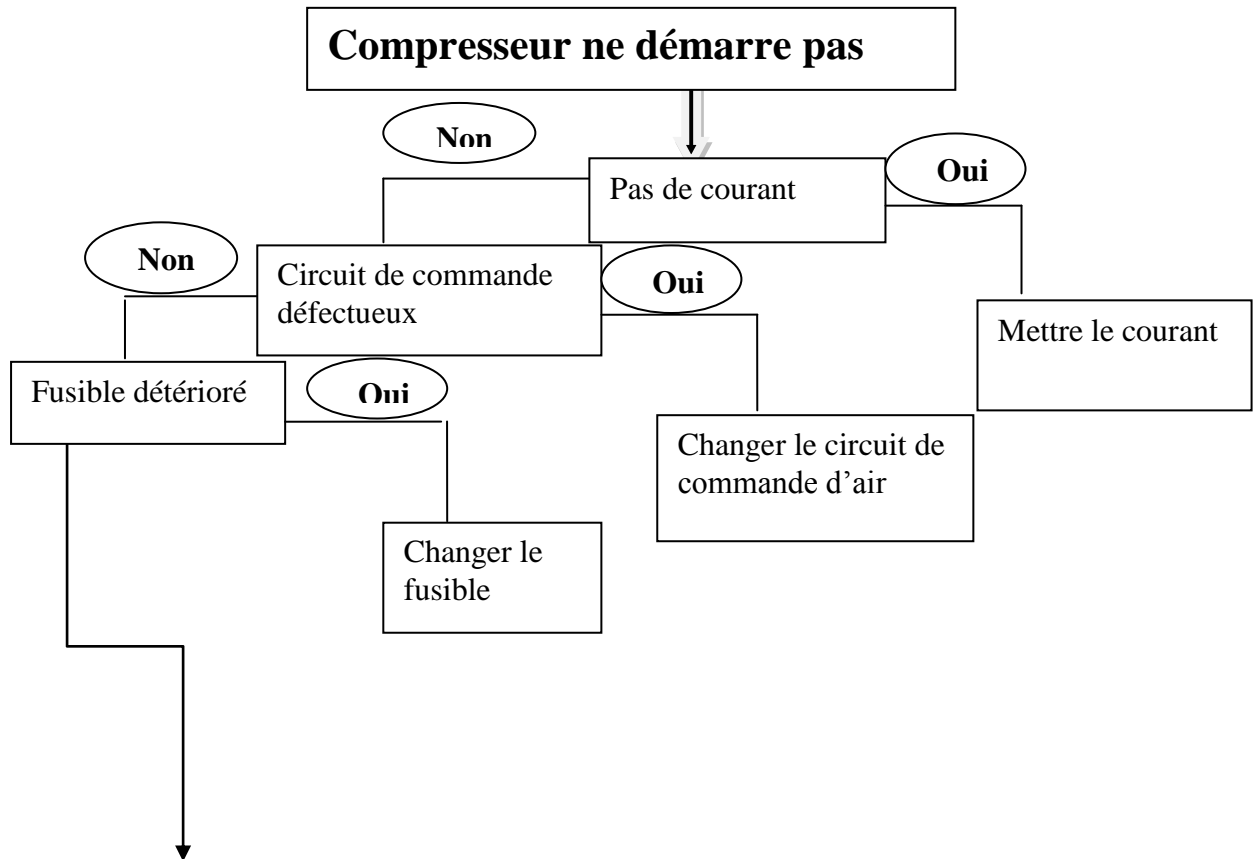
III.10 Les Mode Défaillance :[22]

Dénomination	Défaillance	Cause de la défaillance	Intervention
Compresseur	Compresseur ne démarre pas	<ul style="list-style-type: none"> * pas de courant * circuit de commande défectueux * fusible détérioré 	<ul style="list-style-type: none"> * mettre le courant *changer le circuit de commande *changer le fusible
Défaut thermique moteur	Déclenchement de la protection thermique du Moteur électrique	<ul style="list-style-type: none"> * tension d'alimentation insuffisante * surcharge du moteur *réglage de la protection thermique * roulement moteur * défaut d'isolement 	<ul style="list-style-type: none"> * vérifier la tension * vérifier son branchement et la pression d'air * vérifier la plage de réglage * vérifier le roulement ou le graissage *vérifie l'isolement
Défaut température d'air	température finale inacceptable	<ul style="list-style-type: none"> * manque d'huile * température ambiante trop élevée * circuit d'huile obstrué * vanne thermostatique bloquée * débit trop faible * colmatage de système de refroidissement. 	<ul style="list-style-type: none"> * vérifier le niveau d'huile * faire des ouvertures ou la canalisation pour évacuer l'air chaud * vérifier le circuit d'huile * vérifier et nettoyer la vanne * vérifier le débit *examiner le système de refroidissement
Débit d'air insuffisant	Débit d'air comprimé trop faible ou nul	<ul style="list-style-type: none"> * filtre a air obstrué * le débit demandé est supérieur à celui de compresseur * l'électrovanne de régulation ne fonctionne pas * manostat mal régler 	<ul style="list-style-type: none"> *nettoyer le filtre * vérifier la consommation et fuites éventuelles * vérifier la plage de réglage * régler le manostat
Pression de refoulement faible	Pression de refoulement trop faible	<ul style="list-style-type: none"> * manostat mal régler * le débit demandé est supérieur à celui de compresseur * clapet d'aspiration fermé * déverseur mal régler 	<ul style="list-style-type: none"> * régler le manostat * vérifier la consommation et fuites éventuelles * vérifier l'électrovanne, manostat, clapet * vérifier la plage de réglage

Tableau III 5 : Analyse des modes de défaillance

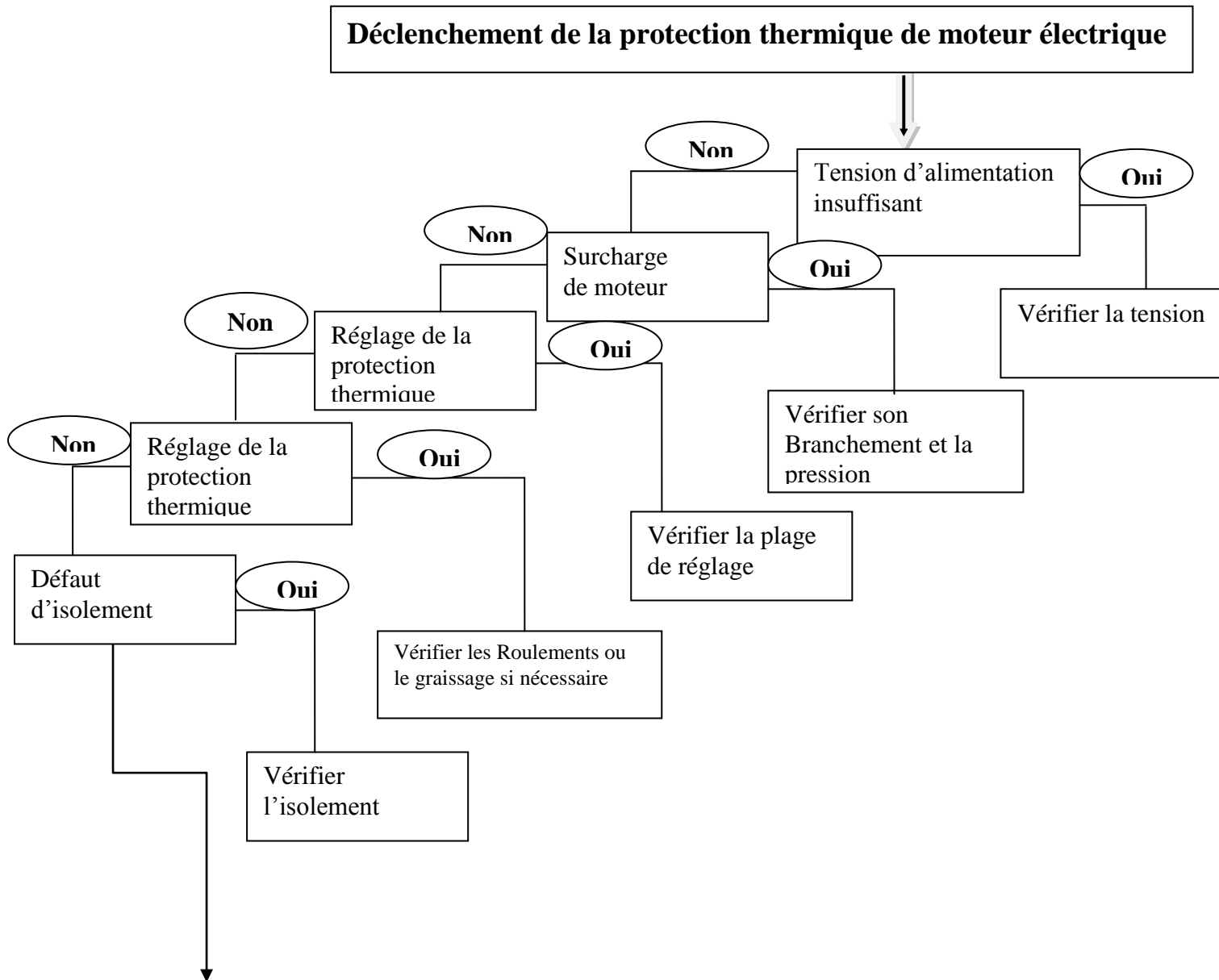
III.11 Arbre de défaillance

A) Compresseur ne démarre pas :



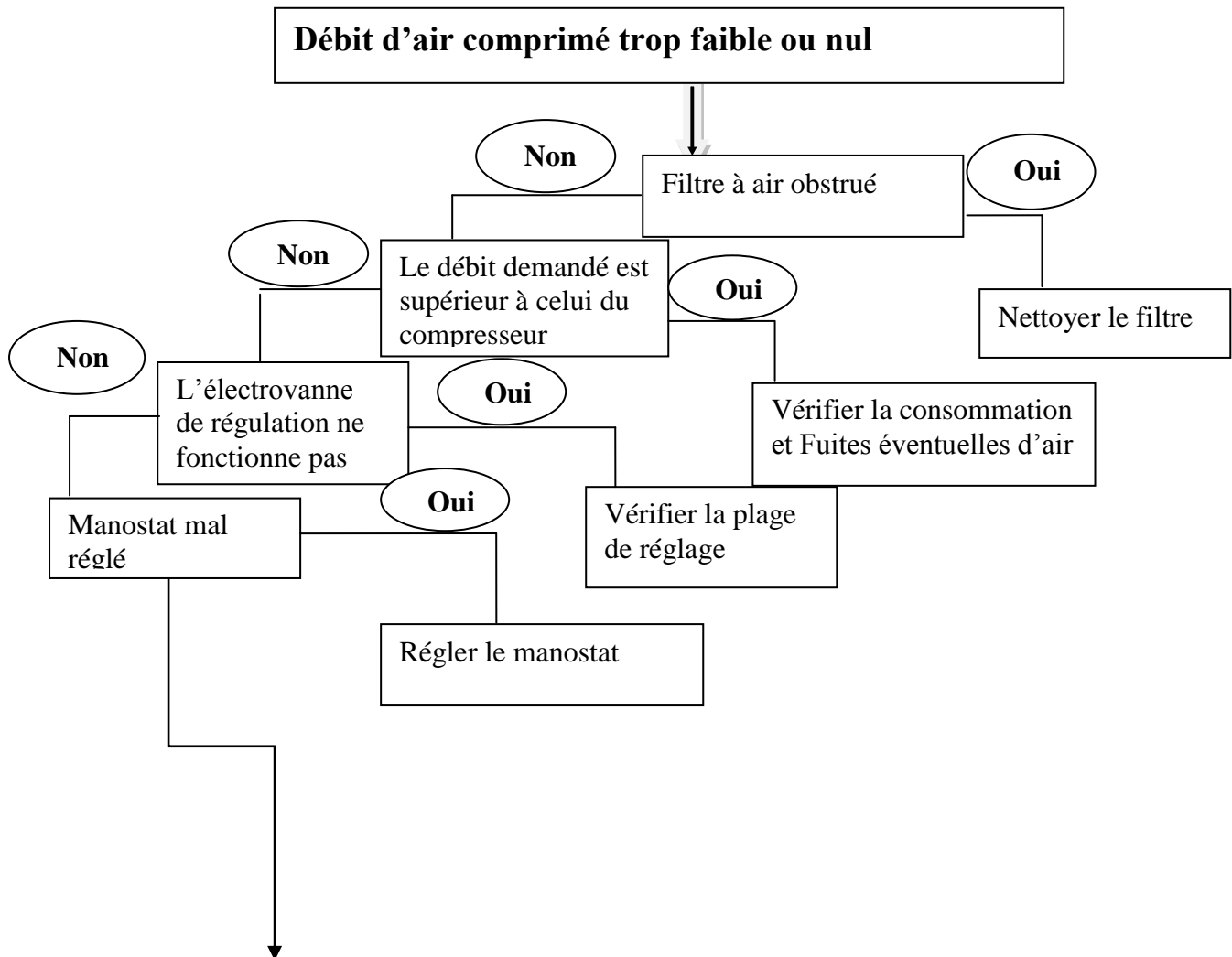
Le compresseur devrait être en ordre de marche à moins qu'il n'y ait apparition d'une cause nouvelle non identifiée lors de l'analyse

B) : Déclenchement de la protection thermique de moteur électrique :

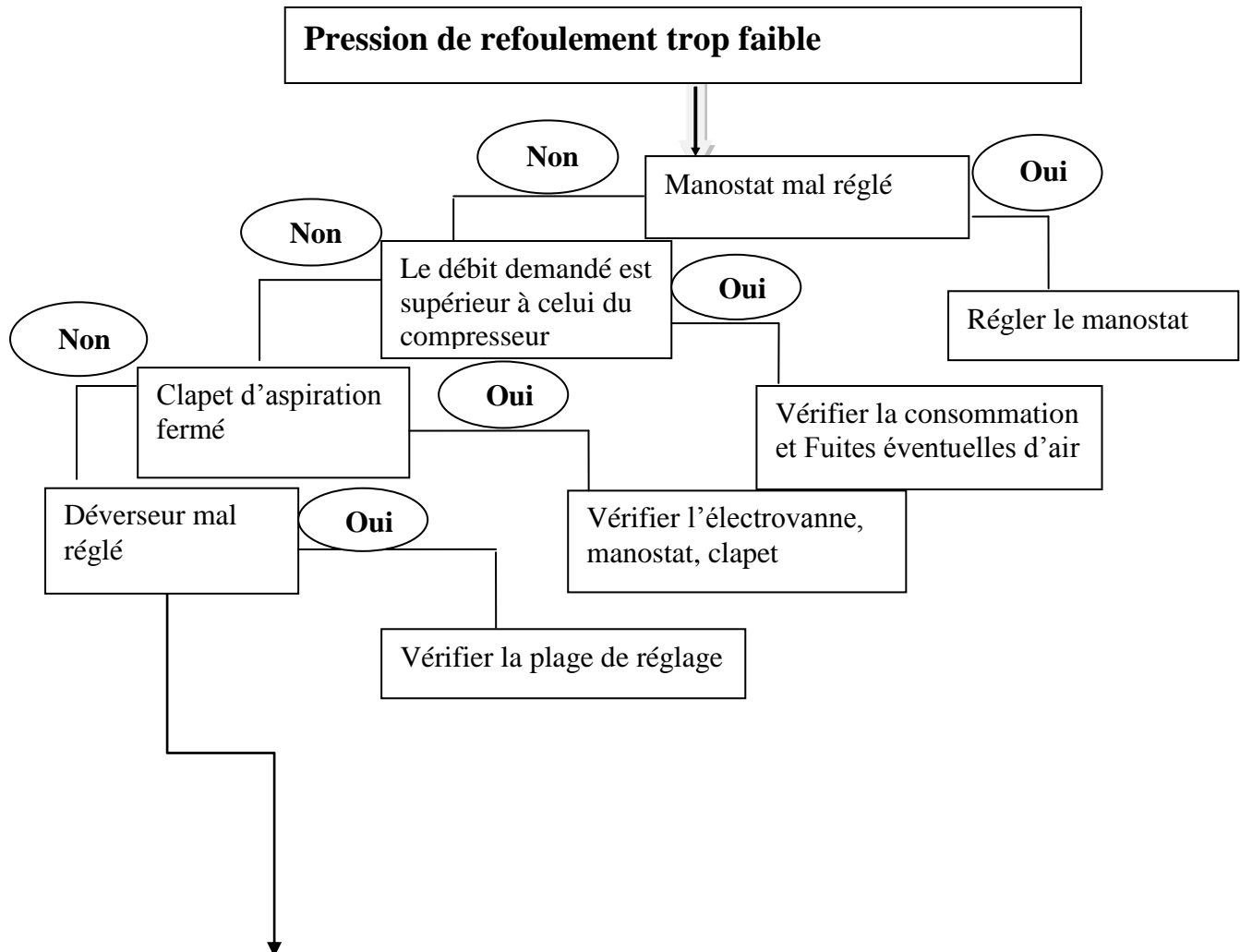


Le moteur devrait être en ordre de marche à moins qu'il n'y ait apparition d'une cause nouvelle non identifiée lors de l'analyse

C) Débit d'air comprimé trop faible ou nul :

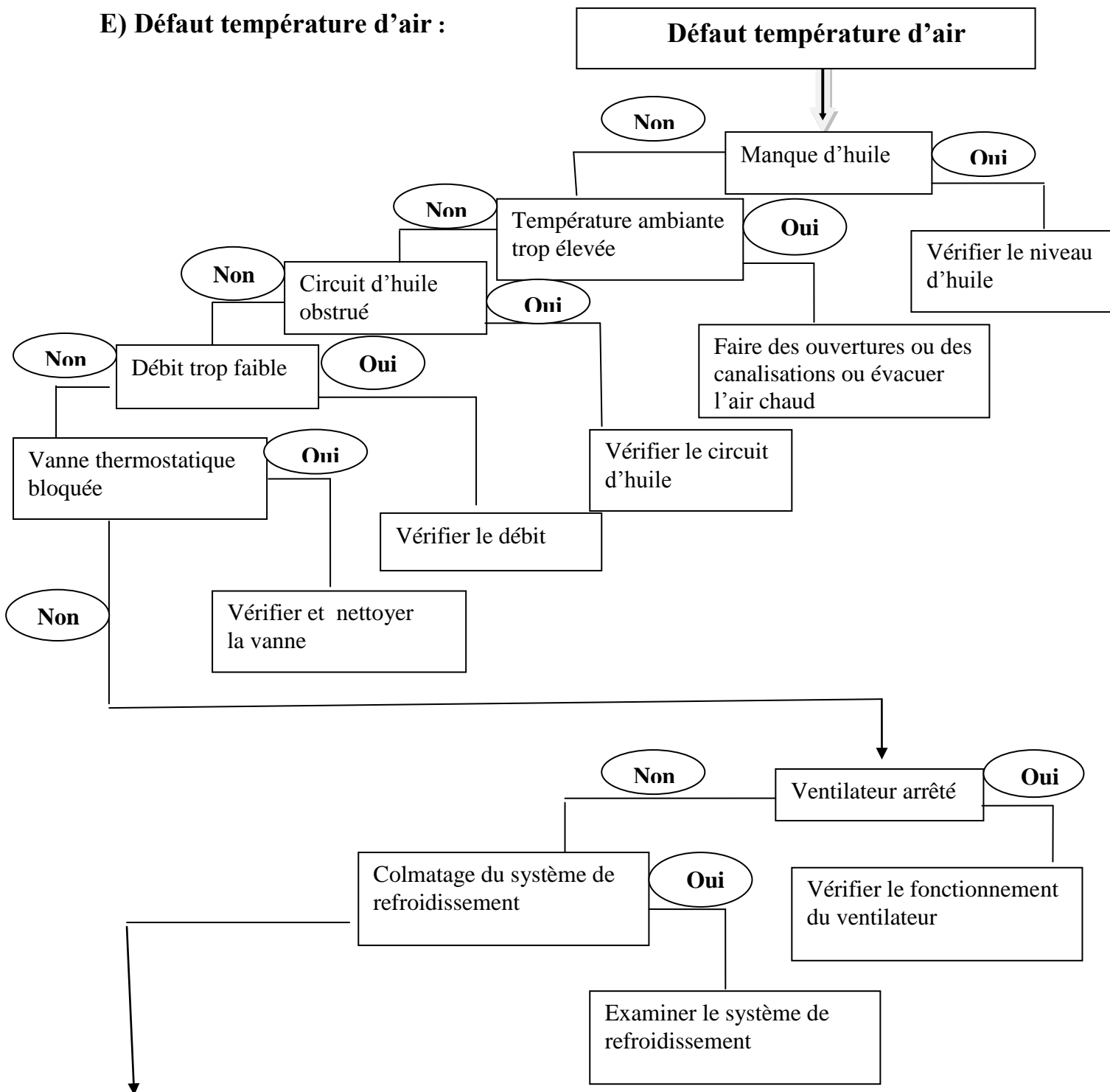


Le débit d'air devrait être en ordre de marche à moins qu'il n'y ait apparition d'une cause Nouvelle non identifiée lors de l'analyse

D) Pression de refoulement trop faible :

Le pression de refoulement devrait être en ordre de marche à moins qu'il n'y ait apparition d'une cause nouvelle non identifiée lors de l'analyse

E) Défaut température d'air :



La température finale devrait être en ordre de marche à moins qu'il n'y ait apparition d'une cause nouvelle non identifiée lors de l'analyse

Chapitre IV :

Exemple de calcul

IV.1 Exemple de calcul :**Les données :**

- Débit d'air : $Q=40 \text{ m}^3/\text{min}$
- La pression du compresseur : $P=8.5 \text{ bar}$
- Diamètre interne de tuyauterie $d_1=0,15\text{m}$
- Diamètre extérieure de tuyauterie $d_2=0,166\text{m}$
- Température de sortie de l'air $T_2=35\text{c}^\circ=308,15 \text{ K}$
- Température d'aspiration $T_1=10 \text{ c}^\circ=283,15\text{K}$
- Le rendement volumique théorique $\eta_{v th}=0,891$
- Coefficient volumétrique $\lambda_p=0,9$
- rendement global $\eta_g=0,8$
- la viscosité dynamique $\mu = 18,1 \times 10^{-6} \text{ N.s/m}^2$

Partie 1 :

1) Masse moléculaire de l'air (79 % azote et 21 % oxygène, en volume) :

$$M = (0,79 \times 28) + (0,21 \times 32) = 28,8 \text{ kg/k mol}$$

$$\rho_0 = M/22,4$$

2) La densité des gaz à des conditions normales, ainsi, il vient après remplacement :

$$\rho = (M/22,4)273/T = 28,8 \times 273 / 22,4 \times 308,15$$

$$\rho = 1,14 \text{ kg/m}^3$$

3) calcule le nombre de Reynolds

$$Re = w_1 d_1 \rho / \mu$$

En explicitant la vitesse dans l'expression du débit, on a :

$$w_1 = 4Q / \pi d_1^2$$

Donc

$$Re = 4Q \rho / d_1 \mu \pi$$

D'où, avec les valeurs numériques :

$$Re = 4 \times (40/60) \times 1,14 / 0,15 \times 18,1 \times 10^{-6} \times 3,14$$

$$Re = 356594,05$$

4) calcule Pour l'écoulement en régime turbulent le coefficient de frottement :

$$\lambda = 0,316 / \text{Re}^{-1/4}$$

D'où, avec les valeurs numériques :

$$\lambda = 0,316 / [356594,05]^{-1/4}$$

$$\lambda = 7,722$$

5) Calcule la perte de charge :

D'où l'équation de Bernoulli appliquée entre les points 1 et 2 s'écrit sous la forme :

$$P_1 + w_1^2 \rho / 2 = P_2 + w_2^2 \rho / 2 + \Delta P_f$$

Et on tire pour la perte de charge :

$$\Delta P_f = (P_1 - P_2) + (w_1^2 - w_2^2) / 2 \quad (1)$$

En introduisant la valeur de $(p_1 - p_2)$ en (1), on déduit :

$$\Delta P_f = [2w_2 (w_2 - w_1) + w_1^2 - w_2^2] \rho / 2 = (w_1 - w_2)^2 \rho / 2 \quad (2)$$

Enfin, pour les points 1 et 2, l'équation de continuité permet d'écrire :

$$w_2 = w_1 (A_1 / A_2)$$

Ainsi l'expression (2) devient :

$$\Delta P_f = w_1^2 [1 - (A_1 / A_2)]^2 \rho / 2 = w_1^2 [1 - (d_1 / d_2)^2]^2 \rho / 2 \quad (3)$$

D'où, avec les valeurs numériques

$$\Delta P_f = 0,0191 \times [1 - (0,15 / 0,66)^2]^2 \times 1,14 / 2$$

$$\Delta P_f = 0,009791 \text{ Pa}$$

Partie 2 :

1) Le rapport optimal de compression (η) pour un étage sera :

$$\eta = P_x/P_1 = P_2/P_x = (P_2/P_1)^{1/2} = (16/8,5)^{1/2} = 1,371$$

3) Ainsi la pression intermédiaire devient :

$$P_x = \eta P_1 = 1,371 \times 8,5$$

$$P_x = 11,66 \text{ bar}$$

4) Le débit volumique d'air aspiré par le compresseur sera :

$$Q_v = Q(T_1/T_2) = 40(283,15/308,15) = 36,72 \text{ m}^3/\text{min}$$

5) Le rendement volumétrique devient :

$$\eta_v = \lambda_p \eta_{v \text{ th}} = 0,9 \times 0,891 = 0,802$$

6) le travail mécanique spécifique nécessaire à la compression

$$W = (\chi / (\chi - 1)) r T_1 [(P_2/P_1)^{(\chi-1)/\chi} - 1]$$

$$W = (1,4 / (1,4 - 1)) 287 \times 283,15 [(16/8,5)^{(1,4-1)/1,4} - 1]$$

$$W = 56338,859 \text{ J/kg}$$

Et pour l'air : $r = 8310/29 = 287 \text{ J/kg}$ et $\chi = 1,4$

7) La puissance absorbée sur l'arbre du compresseur, en tenant compte du rendement global

$$E_{ac} = Q W / 3600 \eta_g$$

$$E_{ac} = 40 \times 56338,859 / 3600 \times 0,8$$

$$E_{ac} = 782,48 \text{ W}$$

Conclusion générale

Conclusion générale :

Dans le présent travail on a envisagé l'utilisation de l'air comprimé au niveau de l'entreprise **Lafarge ciment M'sila** qui est largement ré pondue dans plusieurs chaines de production telles que pour, ouvrir les vannes ,le nettoyage et pour les choqe et soufflage .etc. La qualité de production dépend des propriétés de l'air comprimé utilise pour chaque pression de service convenable. Le compresseur chargé de fournir l'air comprimé aux différentes parties de production, occupe une place important parmi les équipements de l'entreprise.

L'importance est accordé a ce compresseur afin de le maintenir en bon état de fonctionnement. La méthode de maintenance préventive est nécessaire pour ce type d'équipement, indispensable a la production. Les anomalies que nous avons notés pendant notre période de stage sont identifiées comme suit :

- Problèmes delubrification d'huile (viscosité).
- L'effet de l'excès de température (température ambient élevée).

Après une étude approfondi, le service de maintenance a constaté que :

- Le type d'huile et de lubrification doit être changé (ROTO Z).
- Le locale du compresseur doit être, aéré, ou si nécessaire lui ajouter des ventilateurs, ce qui a également était fait, en ajoutant deux ventilateurs.

Les compresseurs comme appareillage très importants et demande des attention et contrôle de fonctionnement .Leurs maintenances exigent de nouveaux appareillages de contrôles

Ce travail reste au promotion qui suivent pour l'enrichir et le développe avec de nouvelles méthodes d'analyses

Références

- [1] contribution à la modélisation et au contrôle de compresseurs – application à la gestion de l'air dans les systèmes piles à combustible de type pem(jérémy m'boua)
- [2]Compresseur et turbine
- [3]Pompes et Compresseurs Docteur KAHOUL Fares
- [4]Les turbines- AHOUBERTS-1972 –Ed .VANDER
- [5]Les techniques de l'ingénieur –Tome B4-machine hydraulique et thermiques
- [6]Turbine à vapeur à contre pression _FIVES-CAIL BABCOCK
- [7]Mécanique expérimentale de fluide - R.COMOLET- Ed. MASSON
- [8]Mécanique des fluides appliqués – TomeII–R. OUZIAUX-Ed DUNOD
- [9]Henry Lebris, (Compresseurs et stations de gonflage, le matos de plongée,)
- [10] Document Lafarge. Description général
- [11] Réingénierie du système de refroidissement des compresseurs d'air comprimé, Présenté par : M. Mahmoud EL MOBARIK. , Hiver 2008.
- [12] étude et maintenance d'un compresseur d'air a vis type GA (atlas copco) , Présenté par yahiaoui slimane , khaznaji mohamed el aid. université de m'sila 2006/2007
- [13] Document Lafarge. Atlas Copco Stationary Air Compressors GA200 W -GA250 W - GA315 W , No. 2920 1251 02 Registration code: APC G \geq 90/99 / 38 / 995 Replaces 2920 1251 012000-01
- [14] <http://www.emea.donaldson.com/fr/compressor/support/datalibrary/037151.pdf>.
- [15]
- [16] <http://www.ellipse-ise.eu/wp-content/uploads/2014/02/Air-comprim%C3%A9.pdf>.
- [17] <http://www.emea.donaldson.com/fr/compressor/support/datalibrary/037209.pdf>.
- [18] Document Lafarge.
- [19] Document Lafarge. Manuel de l'utilisateur pour le régulateur Elektronikon.
- [20] Document Lafarge. Manuel de l'utilisateur pour le régulateur Elektronikon.
- [21] <http://www.about-air-compressors.com/support-files/elektronikon.pdf>.
- [22] <http://www.technologuepro.com/Mecanique/Systemes-pneumatiques/11-Analyse-deffaillance-compresseur-INGERSOLL-RAND-SSR-ML-15.pdf>

RESUME

Nous avons fait une étude de l'énergie de l'air comprimé, énergie pneumatique qui est très importante et utilisé dans plusieurs domaines. L'obtention de cette énergie se fait par une machine appelée (compresseur d'air).

Dans le présent travail on a fait l'étude d'un type de compresseur d'air GA qui est un système à vis située dans l'usine de ciment de LAFARGE de Hammam Eldhalaa wilaya de M'sila.

Cette étude, est consacrée à la description de certains types de compresseurs et principe de leurs fonctionnements. Une étude approfondie est faite pour le compresseur de l'air envisagé à l'usine. Une explication presque de tous les détails et sa constitution, sur tous sur les problèmes qui surgissent pendant le fonctionnement.

Une grande partie sur la maintenance et les différents pannes et arrêts son traités avec des propositions d'un schéma des périodes de maintenances pour la bonne continuité du travail et pour le maintien de bon état de ce type de compresseur

Le but de ces travaux de recherches théoriques et expérimental, c'est de donner une grande importance à l'objectif d'entretien dans l'amélioration des conditions de fonctionnement grâce à diverses interventions et en tout temps et assurer une vie plus longue de la machine.

الملخص

قمنا بدراسة الهواء المضغوط الذي يعتبر طاقة نسبي مهم ويستعمل في عدة مجالات، وينتج هذا الهواء من طرف آلة تسمى (ضاغط الهواء)

و الدراسة التي قمنا بها هي دراسة ضاغط الهواء من نوع GA نظام برغي الموجود في مصنع الاسمنت لافارج مسيلة بحمام الضلعة.

في دراستنا قمنا بتعريف بعض أنواع آلات الضاغطة للهواء وكيفية أسس سيرها (اشتغالها)، ثم دراسة معمقة لضغط الهواء المدروس وشرح مختلف أقسامه ومبدأ تشغيله والمشاكل التي تحدث، مع تعرف أنواع مناهج الصيانة و مخطط الصيانة الدورية، ومن اجل الحفاظ على أفضل حالة تشغيل.

وفي النهاية من أجل ضمان تشغيل حسن الضاغط لا بد من توفير صيانة صحيحة و شبه دائمة.

من اجل هذا الهدف نظهر أهمية الصيانة في تحسين شروط تشغيل عن طريق مختلف التدخلات وفي كل الأوقات وضمن مدة حياة أطول للآلة

