République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
Et de la recherche scientifique

UNIVERSITE Abderrahmane MIRA BEJAIA
Faculté de la Technologie
Département de Génie Mécanique

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Génie Mécanique

Spécialité : maintenance industrielle

Présenté Par :

Mendil chafaa

Takka cherif

Thème

Etudes technologique d'un groupe électropompe et son système d'étanchéité (garniture mécanique)

Soutenu le 21/06/2017 devant le jury composé de:

Mr. BOUTAANI	Président
Mr. HADJOU MADJID	Rapporteur
Mr. OURARI	Examinateur

Année Universitaire 2016-2017

Remerciement

Nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir donné la volonté et la santé pour terminer ce travail.

Nous tenons à exprimer notre gratitude et adresser nos plus vifs remerciements à :

- Notre promoteur Mr HADJOU, pour nous avoir conseillée et orientés tout le long de ce travail. Nous tenons à lui exprimer notre sincère reconnaissance pour son aide et sa disponibilité.
- Notre encadreur Mr BELAIDE ABD ELGHANI pour nous avoir accueillis pour réaliser ce travail et nous avoir aides tout le long de notre stage.
- Les membres de jury pour avoir accepté de juger ce travail
- Que tous ceux qui ont contribué, de prés ou de loin, à la concrétisation de notre travail se voient remerciés

Dédicaces

Ce travail est dédié :

A mes parents qui m'ont soutenue et encourager tout au long de mes étude.

A mes frères et sœurs.

A tout ma famille « MENDIL », et la famille de mon ami Cherif « TAKKA ».

A tous mes amis « IKHELEF, REDOUANE, EL GHANI, ALI, NABIL, MIZMIZ, TAHAR, MOKRAN, MENAD, AGHILAS.

A tout mes amis de Génie Mécanique

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin

MENDIL Chafaa

Dédicaces

Pour vous mes très chères parents pour vos encouragements, et votre soutienne. Je prie le tout puissant qu'Allah vous protège, vous donne une langue vie et nous aide à être toujours votre fierté

A mes très chères sœurs

A mon très chère frère Foudil

A toute ma famille

A tous mes amis

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin

TAKKA Cherif

Sommaire

Introduction générale 1

Chapitre: I Présentation de l'entreprise

Introduction 3

I.1. Situation géographique 3

I.2.Activités 4

I.3. Présentation de la raffinerie 6

Chapitre : II Généralités sur la maintenance

Introduction 9

II.1. Définition de la maintenance 9

II.2. Différents types de maintenance 9

II.3. Politiques de maintenance préventive pour les systèmes élémentaires 10

II.4. Objectif de la maintenance 13

II.5.Les fonctions du service de maintenance 14

Chapitre III : Présentation du problème étudié

III.1 Description du groupe électropompe 15

III.1.1 Description général 15

III.1.2 Caractéristiques d'une pompe centrifuge 15

III.1.3 Désignation 19

III.1.4 Conception 19

III.1.5 Forces et moments admissibles aux tubulures de la pompe 20

III.2 Installation / Montage 23

III.3 Raccordement aux tuyauteries 25

III.4 Alignement de la pompe et du moteur 25

III.5 Compensation du vide 25

III.6 Branchement électrique du moteur 26

III.7 Mise en service / Mise hors service 27

III.8. Lubrifiants 28

III.9 Enclenchement 31

III.10 Déclenchement 32

III.11 Surveillance en service 32

III.12 Entretien / Maintenance 33

III.13 Généralités sur les garnitures mécaniques 33
III.13.1 Description..... 33
III.13.2 Principe de construction et travail des garnitures mécaniques 33
III.13.3.Choix des garnitures mécaniques 35
III.13.4 Classifications des garnitures mécaniques 35
III.13.5 : Matériaux utilisés dans la fabrication des garnitures mécaniques..... 41
III.13.6 Avantages et inconvénients d'une garniture mécanique 41
Chapitre IV: Causes de défaillance des garnitures
IV.1 Introduction……...43
IV.2. Analyse historique des pannes 43
IV.3.Présentation de la garniture mécanique étudiée 44
IV.4.Les causes courantes de défaillance des garnitures mécaniques..... 46
IV.5. Application du diagramme d'Ishikawa pour la garniture 50
IV.5.1.Identification des causes probables du problème 51
IV.5.2.Analyse des causes improbable 54
IV.5.3.Analyse des causes probables des garnitures d'étanchéité..... 55
IV.6.Solution proposée :..... 61
Conclusion générale 644

Liste des figures

Chapitre I : Présentation de l'entreprise

Figure I.1: Situation géographique……..…4

Figure I.2 : l'organigramme de complexe CEVITAL…….5

Figure I.3 : Différentes étapes de processus de raffinerie……...…...8

Chapitre III : Présentation du cas d'études

Figure III.1 : Caractéristique de la pompe……16

Figure III.2 : Rendement en fonction du débit d'une pompe……17

Figure III.3 : Différentes composants d'une pompe centrifuge……...…..…...19

Figure III.4 : Forces et moments aux tubulures de la pompe……....21

Figure III.5 : Vue éclatée de la pompe……..22

Figure III. 6 : Montage des feuillards requis…….…..……...…...24

Figure III. 7 : Socle en béton……...……..…….……...…...24

Figure III. 8 : Tuyauterie d'aspiration et tuyauterie de compensation du vide……...……..26

Figure III.9.1 : Schéma de connexion pour moteurs triphasés démarrage triangle …….....27

Figure III.9.2: Schéma de connexion pour moteurs triphasés démarrage étoile…….....27

Figure III.10: Remplissage d'huile…….....….....28

Figure III. 11 : Lubrification a l'huile…...……...30

Figure III. 12 : Différentes composantes d'une garniture mécanique……...……...34

Figure III.13: Garniture mécanique interne……..……36

Figure III.14 : Garniture mécanique externe…….36

Figure III.15 : Garniture mécanique tournants……..37

Figure III.16 : Garniture mécanique stationnaire……..38

Figure III.17 : Garniture mécanique à composants……...39

Figure III.18 : Garniture mécanique cartouche…….39

Figure III.19 : Garniture mécanique simple……..40

Figure III.20 : Garniture mécanique dual……..41

Chapitre IV : Causes de défaillance des garnitures

Figure IV.1 : Type de pannes rencontrées……45

Figure IV.2 : Garniture mécanique étudiée……...46

Figure IV.3 : Les composants de la garniture mécanique étudié……..47

Figure IV.4 : Joint torique extrudé par la pression élevée……....50

Figure IV.5 : Structure du diagramme d'ishikawa……....53

Figure IV.6 : Application du diagramme d'ishikawa……...55

Figure IV.7 : Basin d'aspiration de la pompe……...57

Figure IV.8 : Centrifugeuses…….58

Figure IV.9 : Résultat d'analyse d'eau……..58

Figure IV.10 : Garniture mécanique neuf…….59

Figure IV.11 : Garniture mécanique usée…….59

Figure IV.12 : Corrosion des circuits d'aspiration……...59

Figure IV.13 : Abrasion a trois corps……61

Figure IV.14 : Cas de température constante, pression varie……...62

Figure IV.15 : Formation des bulles de cavitation dans le milieu liquide……....63

Figure IV.16 : Variation du $NPSH_r$et $NPSH_d$……...64

Liste des tableaux

Tableau III. 1: Forces et moments admissibles aux tubulures de la pompe……..…….20

Tableau III.2 : Différentes composantes de la partie lubrification…….…….....31

Tableau IV.1 : Dimension de la garniture mécanique……..45

Tableau IV.2 : Paramètres de fonctionnement……..46

Tableau IV.3 : Composants du système d'étanchéité……...46

Tableau IV.4 : Les causes de défaillance probables dans une garniture mécanique…….50

Introduction générale

Introduction générale

La compétitivité industrielle nécessite l'éleration des performances des équipement et élaborer des méthodes permettant l'utilisation efficace des différentes techniques de production, pour assurer le fonctionnement des mécanismes.

Pour garantir un bon fonctionnement des équipements, les entreprises sont obligées d'établir des politiques et des modèles de maintenance nécessaires pour réduire la probabilité de défaillance et minimiser le coût de la maintenance.

Les garnitures mécaniques occupent une place importante dans les machines tournantes comme les pompes, surtout dans les centrales électriques, et dans le secteur des hydrocarbures ou les fluides transportés sont toxiques ou inflammables et où les fuites ne sont pas tolérées.

Même si le fluide pompé n'est pas dangereux (l'eau), comme dans notre cas. Les fuites ne sont pas tolérées, car cella provoque des pertes de pression et la diminution de rendement de la pompe. En plus les fuites au niveau des garnitures nuisent au fonctionnement optimal de tout le groupe.

L'un des grands problèmes rencontrés dans l'utilisation des pompes est celui des étanchéités, car la majorité des pannes causées est due aux zones étanchéité.

L'objectif de ce présent mémoire est d'étudier les causes d'instabilité et de défaillance de la garniture mécanique installée sur la pompe centrifuge au sein du complexe Cevital ou nous avions effectué notre stage. Pour ce faire nous avons effectué des recherches dans plusieurs supports documentaires de la pompe et la garniture étudiée, tel que le catalogue livré par le constructeur pour le complexe CEVITAl ou nous avons pu regrouper le témoignage des ingénieurs et des techniciens du service maintenance.

Et on a opté pour une démarche qui se résume comme suit :

Le premier chapitre, sera consacré à la présentation de l'entreprise CEVITAL.

Le deuxième chapitre est dédié aux généralités sur la maintenance.

Le troisième chapitre abordera la présentation du cas d'étude, incluant le principe de fonctionnement du groupe électropompe et les généralités sur les garnitures mécaniques.

Le quatrième chapitre sera pour l'analyse historique des pannes, et l'étude des causes de défaillance des garnitures mécanique par la méthode de diagnostique Ishikawa, en se basant sur les étapes suivantes :

- Les causes de défaillances des garnitures mécaniques.
- Identification des causes probables et improbable.
- Proposition de solutions pour remédiè à ces défaillances.

Chapitre I :

Présentation de l'entreprise

Introduction

CEVITAL est une société par action SPA crée en 1998 par des fonds privées dans le cadre du développement de l'industrie agroalimentaire sur le territoire national. Elle est conçue pour un régime de travail continu (24h/24h) avec un effectif avoisinant 484 agents. CEVITAL est implantée dans le port de Bejaia. Elle s'étend sur une superficie de 45000m^2.

Le complexe CEVITAL a débuté son activité par le conditionnement des huiles, en décembre 1998. En février 1999, il a lancé la construction de la raffinerie qui est devenue opérationnelle en septembre 1999.

CEVITAL contribue largement au développement de l'industrie agroalimentaire nationale. CEVITAL détient 60% du marché algérien, elle vise à s'imposer sur le marché national, notamment par rapport à son concurrent voisin l'ENCG et un autre opérateur privé, en offrant une large gamme de produit de qualité.

I.1. Situation géographique

Le Complexe **CEVITAL** est un conglomérat algérien de l'industrie agroalimentaire, connu et reconnu partout dans l'ordre national et international, spécialisé dans le raffinage des huiles et la fabrication de la margarine, SMEN et le beurre. Créée par l'entrepreneur Issad Rebrab en 1998.

CEVITAL Spa est implantée à l'extrémité du port de Bejaïa à 3 Km au sud ouest du centre ville, une partie des constructions est située dans le port à 200 m du quai alors que la plus grande partie des installations est édifiée sur les terrains récupérés situés à proximité du port, situé à 280 Km d'Alger donne l'avantage de proximité économique à celle-ci.

Figure I.1.Situation géographique

I.2.Activités

Le complexe CEVITAL est spécialisé essentiellement dans le raffinage des huiles végétales brutes et leur conditionnement.

On peut résumer l'ensemble de ses activité comme suit :

1. Raffinage d'huile brute.
2. Fabrication d'emballage.
3. Conditionnement des huiles dans des bouteilles de 1L, 2L et 5L.
4. Margarinerie.
5. Stockage de céréale.
6. Savonnerie.
7. Bâtiment d'hydrogénation en cours de réalisation.
8. Minoterie en cours d'étude.

Les huiles de CEVITAL disponibles sur le marché sont :

- FlEURIAL composé à 100% d'huile de Tournesol (TS).
- FRIDOR mélanges de huiles de tournesol (TS), soja (SJ) et huile de palme (ODF).
- ELIO mélange de huile de soja (SJ) et huile de palme (ODF).

Margarine :

- Shortning (graisse végétale)35/37.
- Shortning (graisse végétal) 38/40.

- Margarine de feuilletage –la parisienne.
- Fleurial (tartinage et cuisson) plaquettes 250gr et 500gr
- Smen

I.3 Structure organisationnelle

La structure organisationnelle du complexe repose sur un modèle hiérarchique Classique. Elle est représentée par l'organigramme de la figure.

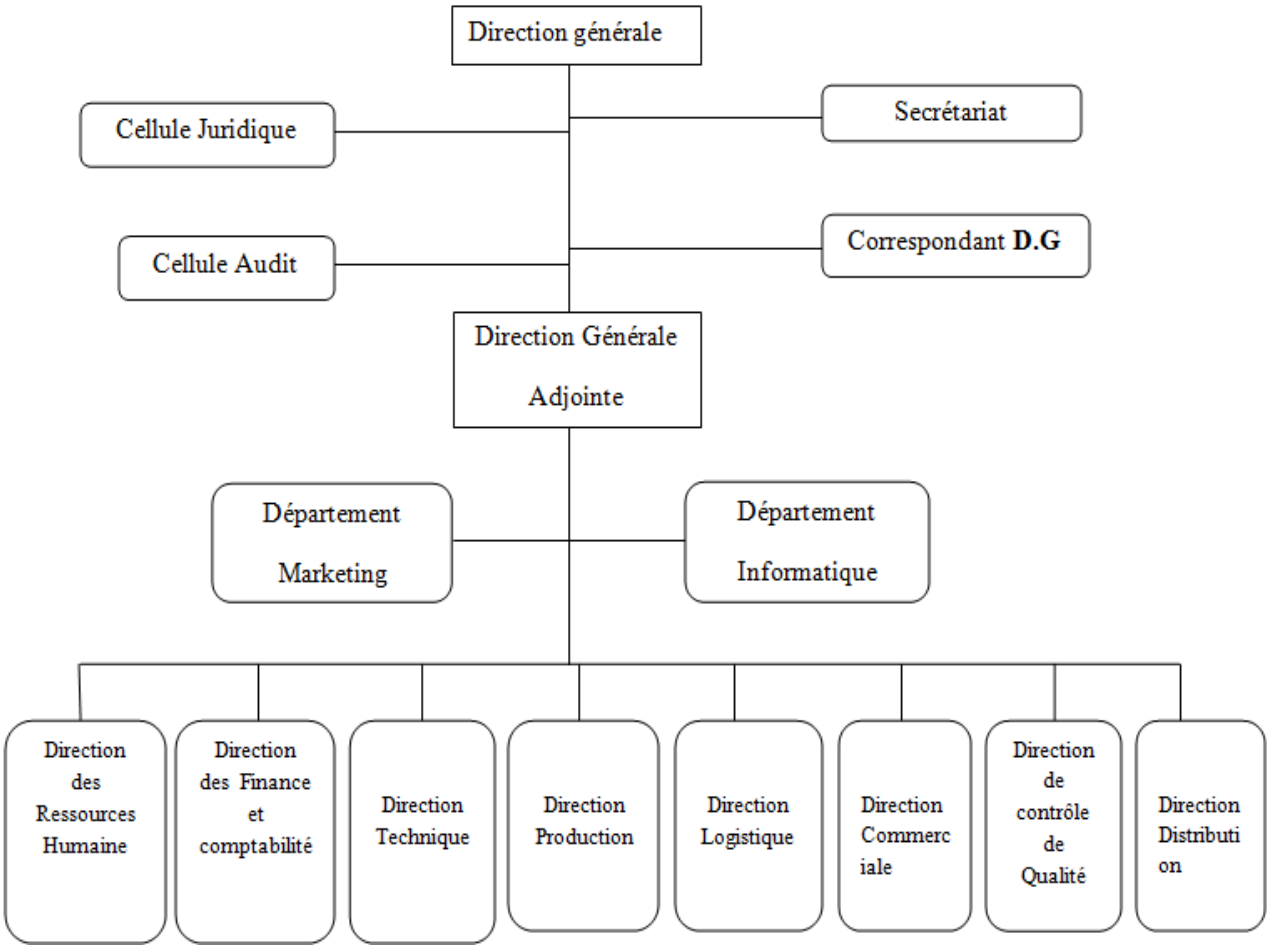


Figure I.2.L'organigramme du complexe CEVITAL

.

I.3. Présentation de la raffinerie :

La raffinerie est composé de trois lignes de production d'huile A, B, C, leurs capacités respectives sont 400T, 400T, 1000T ce qui fait 1800 tonnes/jour. Cette raffinerie est conçue pour traiter toutes les qualités d'huile comestibles, tel que : les colza, le tournesol, l'olive et le soja.

Chaque type d'huile a des spécifications propres et requiert par conséquent un procédé de traitement et des paramètres spécifiques. Mais en général, les huiles brutes issues de la pression et de l'extraction oléagineuses ont une acidité de plus de 0.5% et contiennent : des mucilages, des impuretés, de l'humidité, des pigments colorés et des matières odoriférantes. Les éléments indésirables sont éliminés par les opérations suivantes :

La démucilagination : élimination des mucilages par action de l'acide phosphorique+centrifugation.

La neutralisation : action de la fonde caustique sur les acides gras libres pour réduire l'acidité à 0.05 % + élimination des pâtes par centrifugations par séparateur auto débourdeur.

Lavage : par eau chaude à 95° et séchage sous vide du 50 tours minimum.

La décoloration : action de la terre décolorante sur les pigments du carotène et de chlorophylle.

La désodorisation : distillation des acides gras résiduels et élimination des pigments colorés résiduels sous vide de 2 millibars et une température de 250° c.

L'huile ainsi obtenue est exempte d'impuretés, d'humidité et de produits oxydes, à sa sortie de la désodorisation. Elle est refroidie à 25 ° avant d'aller en stockage, puis en conditionnement.

D'autres opérations spécifique à chaque type d'huile sont ajoutées à cette chaîne de raffinage, tels que la cristallisation pour l'huile de tournesol et démicilapination pour l'huile de soja. Des utilités tels que la vapeur, l'eau brute, et l'air comprimé sont mis en œuvre par l'ensemble des procédés de raffinage.

I.3.1.Conditionnement :

Quatre chaînes de conditionnement sont disponibles :

-deux pour les bouteilles de 5 litres.

-une pour les bouteilles de 1 litre.

-une pour les bouteilles de 2 litres.

La matière utilisée pour les emballages est le P.E.T. la préforme est soufflé (par type 5L, 2L et 1L) par une souffleuse forme. Les emballages vides obtenus sont orientés automatiquement vers une remplisseuse rotative, puis vers une bouchoneuse. Les étapes suivantes sont l'étiqueteuse dateuse et enfin la plastisseuse.

I.3.2.Le traitement des déchets :

les déchets engendrés par les différentes opérations de production et de raffinage sont traités au niveau du complexe, qui compte une station dépuration pour eau quant au déchets qualifiés d'huile acides ou d'acides, ils sont revendus aux producteurs de savons, de peinture ou de mastic.

I.3.3.Les unités de stockage :

La raffinerie dispose des unités de stockage suivantes :

-Huile brute 45000 Tonnes.

-Huile raffinée 4000 Tonnes.

-Huile conditionnée 1200 Tonnes correspondant à la demande journalière du marché nationale.

I.3.4.Processus de remplissage des bacs, remplissage par bateaux

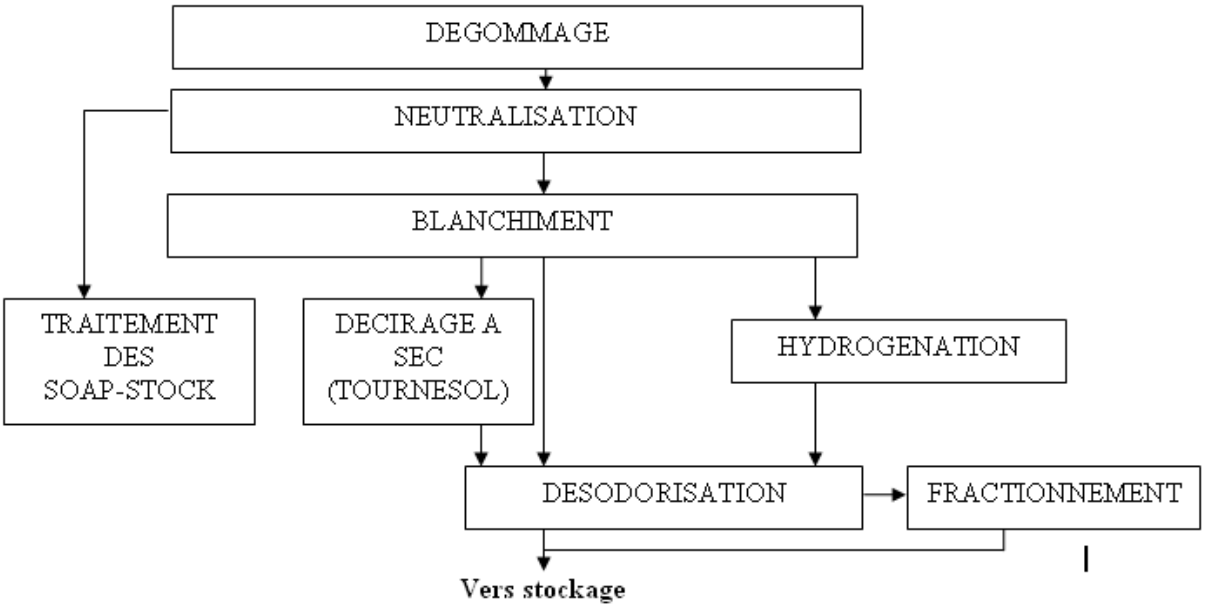


Figure I.3.Différentes étapes du processus de raffinage

Chapitre II :

Généralités sur la maintenance

Chapitre II : Généralités sur la maintenance

Introduction

Employé dans le vocabulaire militaire, maintenir les équipements en bon état, le terme maintenance apparait dans l'industrie vers 1950 aux U.S.A ensuite progressivement en Europe

Autrefois, la maintenance proprement dite, était considérée comme étant un mal nécessaire dans certaines industries du point de vue productivité , mais elle arrive à s'imposer à présent avec les nouvelles pratiques entreprises de ces dernières années ,ainsi que les études économiques réalisées qui portent sur la nécessité de maintenir les équipements faute de quoi ils causent d'importantes dépenses directes et indirectes.[3]

II.1. Définition de la maintenance

La norme NFX 60-10 définit la maintenance comme étant l'ensemble des activités destinées à maintenir ou rétablir un bien dans un état ou dans des condition données de sureté de fonctionnement pour accomplir une fonction requise. Ces activités sont une combinaison d'activités techniques, administratives et managements. [1]

Cette définition englobe deux formes d'action **:**

Maintenir : action de prévenir sur un système en fonctionnement (long terme)

Rétablir : action d'apports de corrections sur une perte de fonctionnement (court terme) **[3]**

II.2. Différents types de maintenance

Comme déjà défini, c'est une politique à court et long terme donc elle comprend différents types **:**

II.2.1. Maintenance préventive

Ce sont toutes les actions de contrôles, visites et interventions. Elles consiste à suivre l'évolution de l'état d'un organe, de manière à prévoir une intervention à délai déterminé et assurer la disponibilité de la pièce de remplacement et on en trouve **:**

- **Maintenance préventive systématique**

  Selon un échéancier établi, soit à l'arrêt ou en marche, des visites sont effectuées pour déterminer l'état d'un organe soit par mesure ou visuellement, ensuite un éventuel remplacement d'organe sera exécuté. [1]

- **Maintenance préventive conditionnelle**

  D'après la définition AFNOR, il s'agit de la maintenance subordonnée à un type d'événement prédéterminé (auto diagnostique, information d'un capteur, mesure…). Donc c'est un suivi continu du matériel en service, et la décision d'intervenir est prise lorsqu'une évidence expérimentale de défaut imminent ou d'un seuil de dégradation est constatée. [1]

II.2.2. Maintenance corrective

C'est l'action d'intervenir après une défaillance enregistrée, et elle se compose de :

- **Maintenance palliative**

  Elle comprend les interventions de type dépannage. Techniquement ces interventions sont connues sous : actions « as bad as old ». [1]

- **Maintenance curative**

  Elle comprend les interventions de types réparations et rénovations. Techniquement ce sont des interventions « as good es new ». [1]

II.3. Politiques de maintenance préventive pour les systèmes élémentaires

Nous entendons par système élémentaire toute pièce faisant partie d'une machine (roulement, joint, arbre, pignon, palier,…) ou une machine faisant partie d'un ensemble, tels que un tour dans une chaine de fabrication mécanique, un moteur d'avion, une pompe dans un réseau de distribution d'eau potable, une turbine dans une centrale thermique, dans ce cas les caractéristiques de fiabilité et tout autre variable du modèle concernent le système en entier, lui-même peut être décomposé en entités élémentaires.

II.3.1.Politique de maintenance préventive dépendant de l'âge

Suivant cette politique, un composant élémentaire est remplacé quand il atteint l'âge T ou à la défaillance selon l'événement qui se produit en premier. Le coût moyen par unité de temps est donné par :

$$C(T)=\frac{C\mathrm{p}\mathrm{R}(\mathrm{T})+[1-\mathrm{R}(\mathrm{T})]\mathrm{Cc}}{\int_0^T R(t)dt} \qquad (1)$$

Où : Le numérateur représente l'espérance du coût total du cycle et le dénominateur représente l'espérance de la longueur du cycle.

T est l'âge du remplacement préventif (variable de décision).

C_p le coût du remplacement préventif.

C_c le coût de défaillance incluant le coût de remplacement.

R(t)=1-F(t) est la fonction de fiabilité ou de survie. [2]

II.3.2.Politique de maintenance préventive périodique

Dans cette politique un élément est préventivement maintenu à des intervalles de temps fixes kT (k=1,2,3,…) indépendants de l'historique des pannes, et réparé à la défaillance. Une autre politique de MP périodique de base est « le remplacement périodique avec réparation minimale à la défaillance » où un élément est remplacé à des temps prédéterminés kT(k=1,2…) et les défaillances sont éliminées par des réparations minimales (Barlow and Hunter 1960). Dans cette classe, on peut également citer la politique de remplacement en block où élément est remplacé à des temps pré arrangés kT et à la défaillance (généralement utilisée pour les systèmes multi-composants). Pour cette dernière politique , le processus aléatoire caractérisé est un processus de renouvellement, le coût moyen par unité de temps est donné par **:**

$$C(T)=\frac{\mathbf{Cc.H(T)+Cp}}{\boldsymbol{T}} \qquad (2)$$

Avec :

- H(T) représente le nombre moyen de remplacement de 0 àT
- C_P est le coût de la pièce
- C_c est le coût entrainé par la défaillance [2]

II.3.3. Politique de remplacement périodique et réparation minimale :

Cette politique est une variable de la politique précédente, la différence est que suite à une défaillance, l'élément reçoit une réparation minimale. Par conséquent, les défaillances surviennent suivant un processus de poisson non homogène et le nombre moyen de défaillances dans un intervalle [0 ;T] est donné par :

$$H(T)=\int_0^T \lambda(t)dt \qquad (3)$$

Avec :

- $\lambda(t)$ représente le taux d'occurrence de défaillance (ROOCOF pour Rate Of Occurrence Of Failures), pour un composant non homogène, le taux de défaillance, l'expression [2] devient alors : [2]

$$C(T)=\frac{\mathbf{Cc.H(T)+Cp}}{\boldsymbol{T}}=\frac{\mathbf{Cc}\int_0^T \lambda(t)dt+\mathbf{Cp}}{\boldsymbol{T}}$$

II.3.4.Politique de maintenance périodique imparfaite et réparation minimale :

Suivant cette politique, l'élément n'est pas remplacé périodiquement mais reçoit juste des maintenances imparfaites. Comme exemple, nous pouvons citer une machine industrielle qui reçoit périodiquement des révisions partielles et après un certain nombre de révisions, partielles, la machine reçoit une révision général. Ce qui voudra dire que le taux d'occurrence de défaillance va changer après chaque action de maintenance préventive, car nous rappelons que, la maintenance imparfaite permet de ramener le taux dedéfaillance à un niveau situé entre le taux de défaillance initial (neuf) et celui juste avant la maintenance. Dans ce cas,

il faut mesurer l'effet de chaque maintenance sur le système. Le taux de défaillance du système, après chaque maintenance sera exprimé en fonction de cet effet et du taux de défaillance précédent. Nous donnons le modèle de Gertsbakh où elle suppose que l'effet de toutes les maintenances préventives est constant, il fait varier le taux de défaillance

exponentiellement, d'une quantité égale à e^{α} (α >0). Le coût moyen par unité de temps est donné par :

$$\mathbf{C(T)=\frac{C\ min\ H(T)\left(1+e^{\alpha}+\cdots.+e^{\alpha(K-1)}\right)+(K-1)Cpr+Cov}{KT}} \quad (4)$$

Avec :

- C_{min} : Coût de la réparation minimale.
- C_{pr} : Coût de maintenance préventive imparfaite (révision générale).
- C_{ov} : Coût de la révision générale.
- K : Nombre de révision partielles avant la révision générale.
- e^{α}: Facteur de dégradation [2]

II.4. Objectif de la maintenance

Hormis les objectifs définis par la norme AFNOR, la maintenance permet aussi de :

- améliorer la fiabilité de l'équipement ;
- améliorer la productivité en qualité et quantité ;
- une meilleure gestion des stocks ;
- une meilleure crédibilité du service d'entretien ;
- garantir une sécurité du personnel et des équipements ;
- renforcer le lien de communication avec le service de production ; [3]

II.5.Les fonctions du service de maintenance :

Dans le service maintenance on peut situer cinq fonctions principales :

II.5.1. Etude :

Sa mission principale est l'analyse du travail à réaliser en fonction de la politique de la maintenance choisie, elle implique la mise en œuvre d'un plan de maintenance avec des objectifs chiffrés et des indicateurs mesurables. [4]

II.5.2. Préparation :

La préparation des interventions de la maintenance doit être considérée comme une fonction àpart entière du processus de maintenance, et toutes les conditions nécessaires à la bonne réalisation d'une intervention de maintenance seront ainsi prévues, définies et caractérisées. [4]

II.5.3. Ordonnancement :

L'ordonnancement représente la fonction « chef d'orchestre », dans un service maintenance caractérisé par l'extrême variété des tâches en nature, en durée, en urgence et en criticité, l'absence de chef d'orchestre débouche vite sur la cacophonie quel que soit le brio des solistes. [4]

II.5.4. Réalisation :

La réalisation consiste à mettre en œuvre les moyens définis dans le dossier de préparation dans des règles de l'art, pour atteindre les résultats attendus dans les délais préconisés par l'ordonnancement. [4]

II.5.5. Gestion :

La fonction gestion du service maintenance devra être capable d'assurer la gestion des équipements, des interventions, des stocks, des ressources humaines et la gestion des budgets. [4]

Chapitre III :

Présentation du problème étudié

Chapitre III : Présentation du problème d’’étude

III.1 Description du groupe électropompe

III.1.1 Description générale [5]

c’est un groupe électropompes à volute destinées au refoulement de liquides purs et agressifs.

Les trois éléments essentiels constitutifs d'une pompe centrifuge sont :

1- Distributeur : c'est un organe fixe ayant pour rôle la conduite du liquide depuis la section d'entrée de la pompe jusqu'à l'entrée de l'impulsur, il se réduit à une simple tuyauterie pour les pompes monocellulaire.

2- L'impulseur (rotor) : c'est l'âme de la pompe centrifuge, il comporte des aubes ou ailettes, qui grâce à leur interaction avec le liquide véhiculé transforme l'énergie mécanique en énergie de pression dans le récupérateur. L'impulsur se compose du moyeu, bagues d'étanchéité (d'usure), et les flasques.

3- Le récupérateur (l'enveloppe) : c'est un organe fixe qui collecte le liquide à la sortie du rotor et la canalise vers la section de sortie de la pompe avec la vitesse désirée. Le récupérateur se compose en général de deux (2) parties :

- Le diffuseur : a pour rôle de transformer l'énergie cinétique en énergie de pression, et ainsi limiter la vitesse du liquide pour éviter les pertes de charges exagérées.
- La volute : c'est le collecteur du liquide venant du diffuseur, elle assure la transformation d'énergie cinétique en pression et canalise le liquide vers la section de sortie de la pompe. [13]

Le débit fourni par une pompe centrifuge dépend du circuit de refoulement, c'est-à-dire des pertes de charge qu'il génère. Le réglage du débit se fait donc le plus souvent en jouant sur l'ouverture d'une vanne sur le circuit de refoulement, ou éventuellement par la vitesse de rotation de la pompe (fréquence du moteur électrique). [6]

III.1.2 Caractéristiques d'une pompe centrifuge

III.1.2.1 Les courbes caractéristique de la pompe

Les constructeurs vendent leurs pompes avec un catalogue, dans lequel on trouve les courbes caractéristiques de la pompe, dans le même graphe on trouve les courbes suivantes :

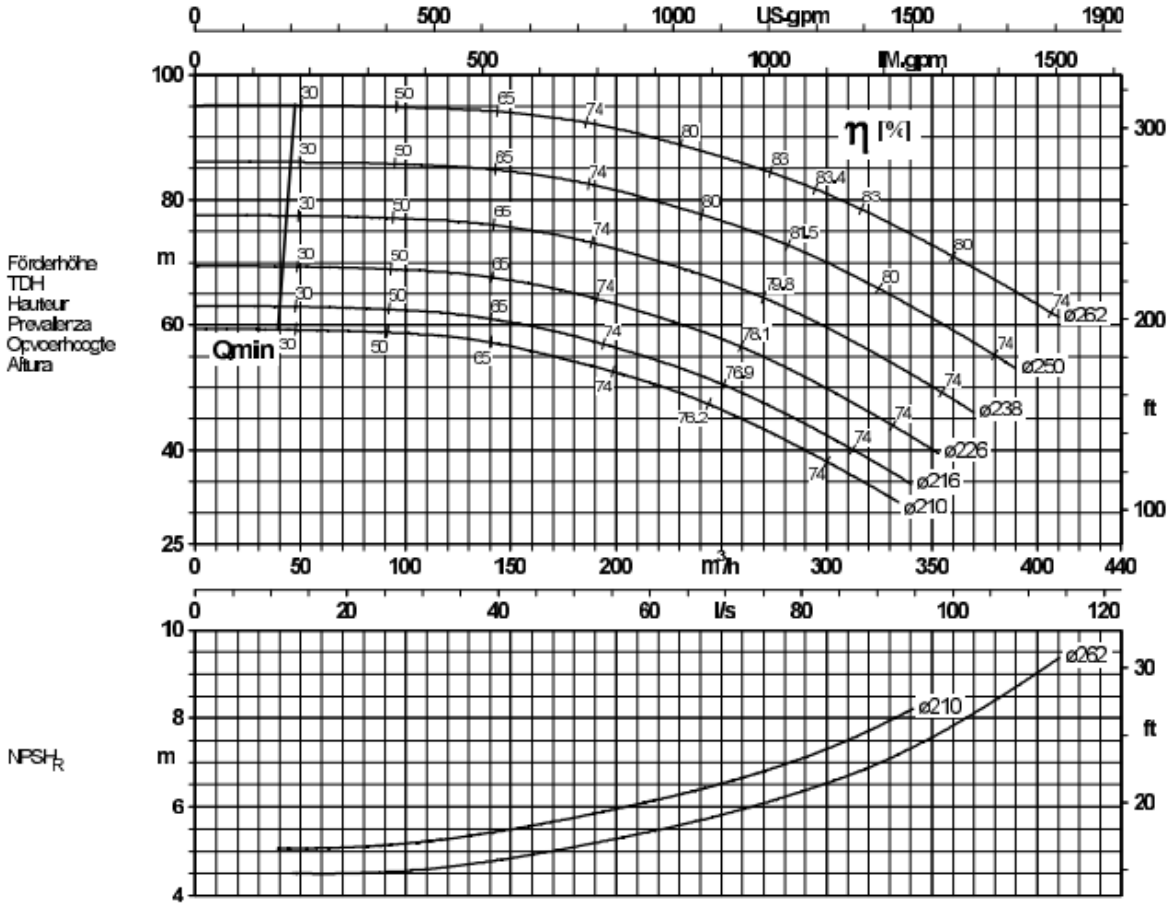


Figure III.1 Caractéristique de la pompe

$\eta_g = F(Q_v)$ [$H = F(Q_v)$ $P = F(Q_v)$ $NPSH_{requis} = F(Q_v)$]

H : hauteur manométrique d'une pompe.

η_g : rendement globale de la pompe.

P : puissance absorbée de la pompe.

Q_v: débit volumique de la pompe.

NPSH requis : charge nette absolue à l'aspiration. [13]

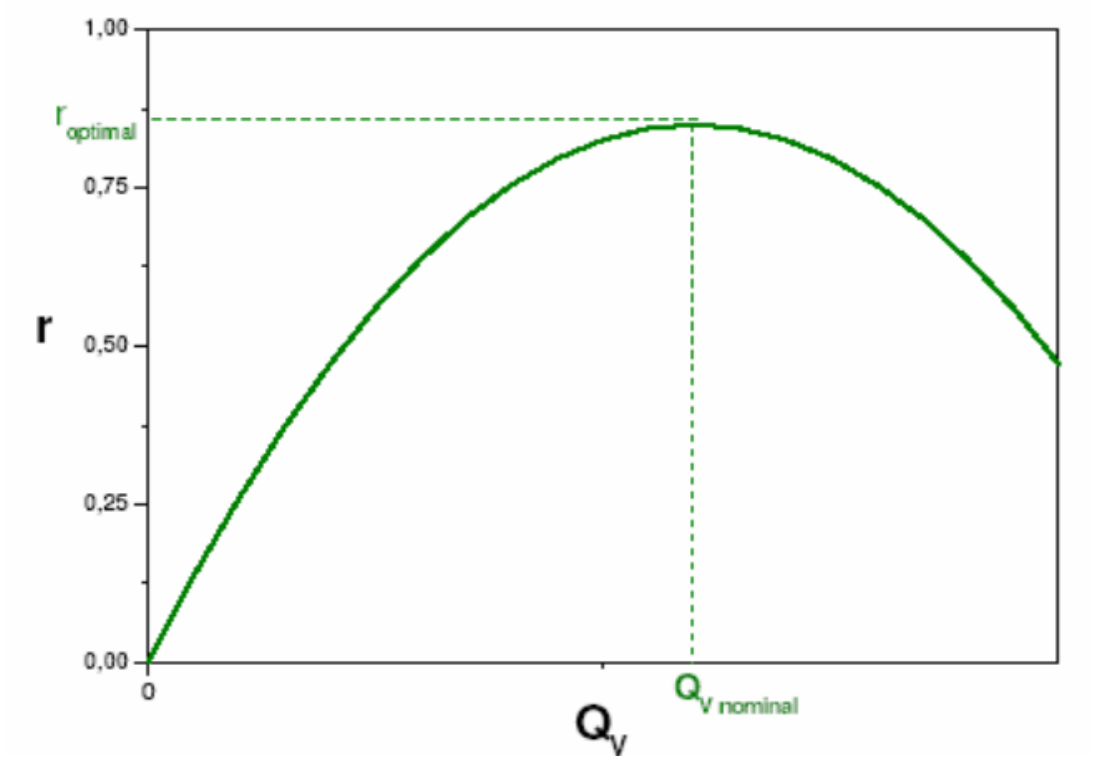


Figure III.2.Rendement en fonction du débit d'une pompe.**[13]**

III.1.2.1.1.Principales caractéristiques d'une pompe

•Puissance

Puissance utile (P_u) : travail réalisé par la pompe :

$P_u = \rho . g . Q_v . HMT$ [W] (5)

Avec :

ρ : la masse volumique de fluide [Kg/m].

g : la gravité [m/s²ou N/Kg]

Q_v : débit volumique [m³/s]

HMT : hauteur manométrique d'une pompe [m] [13]

Puissance absorbée (P_a) : fournie sur l'axe de la pompe (moteur asynchrone, par exemple)

$P_a = C . \omega = C . \frac{n2\pi}{60}$ [W](6)

Avec :

C : couple moteur [N.m]

ω : vitesse de rotation [rad/s]

n : vitesse de rotation [tr/min] [13]

Rendement (η) : Rendement globale de la pompe η_g :

$$\eta g = \frac{Pu}{Pa} (7)$$

- **NPSH** $_{requis}$: dépend de la vitesse de la pompe ; elle est donnée par le constructeur [Pa]

. •**Hauteur manométrique ou hauteur d'élévation d'une pompe (HMT)**

Pour véhiculer un liquide d'un endroit à un autre, la pompe doit fournir une certaine pression appelée hauteur manométrique totale, cela dépend des conditions d'aspiration et de refoulement (augmentation de pression que la pompe peut communiquer au fluide).

La grandeur HMT représente la hauteur de liquide qui pourra être obtenue dans la tuyauterie de refoulement par rapport au niveau du liquide à l'aspiration.

Si on considère que P_a est la pression lue (en bar absolu) à l'aspiration de la pompe et P_r celle au refoulement, la HMT de la pompe est de manière simplifiée définie par :

$$HMT = (p_r - p_a) / \rho g \quad [m] (8)$$

Avec :

Pa: pression d'aspiration [Pa]

Pr: pression de refoulement [Pa] [13]

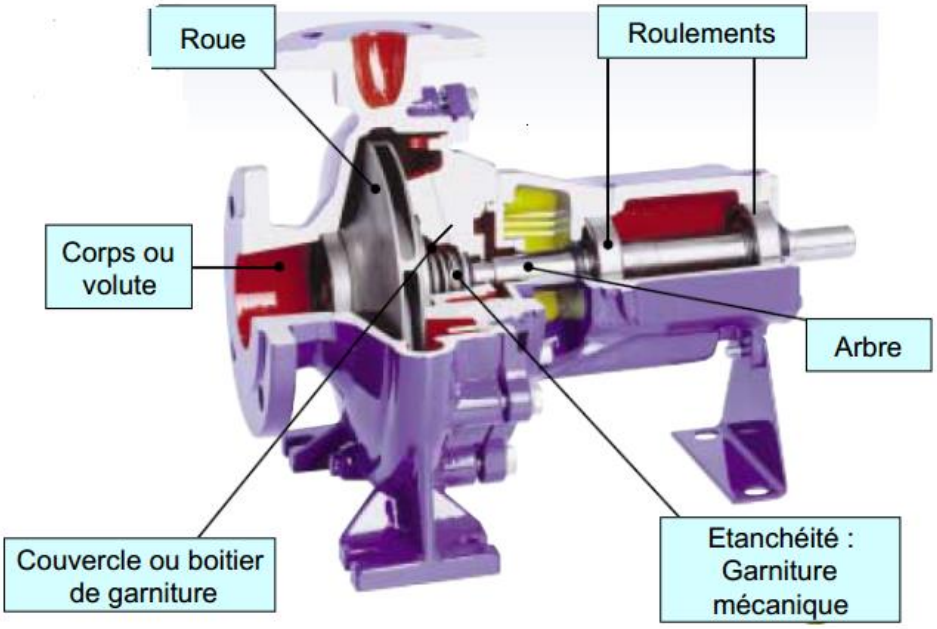


Figure III.3 les différents composants d'une pompe centrifuge **[14]**

III.1.3 Désignation

EN 100 – 250 - 240

EN : La norme de la pompe

type de la pompe : 100 -250

240 : Diamètre nominale de la roue [5]

III.1.4 Conception

Pompe :

Type de construction : Pompe à volute horizontale, mono étagée, performances et dimensions principales suivant la norme EN 733. [5]

- Pompe de surface monocellulaire horizontale à palier, brides rondes.
- Paliers : Roulements à billes graissés / lubrifiés à l'huile
- Etanchéité de l'arbre : Garniture mécanique /garniture à tresse
- Corps en fonte EN GJL, ou inox 316
- Roue en fonte EN GJL 250 ou bronze CUSN8.
- Arbre en inox X20Cr13.
- Garniture Carbone / Carbure de silicium.
- Joint garniture EPDM. [9]

III.1.5 Forces et moments admissibles aux tubulures de la pompe [5]

Type de pompe	Etanorm G,M			Etanorm S		
	F_{Vmaxi} [kN]	F_{Hmaxi} [kN]	M_{tmaxi} [kNm]	F_{Vmaxi} [kN]	F_{Hmaxi} [kN]	M_{tmaxi} [kNm]
100-250	5 ,2	4,0	2,3	7,86	6 ,48	3,47

Type de pompe	Etanorm B		
	F_{Vmaxi} [kN]	F_{Hmaxi} [kN]	M_{tmaxi-} [kNm]
100-250	4,17	3,44	1,97

Tableau III.1: forces et moments admissibles aux tubulures de la pompe

Avec :

F_{Vmaxi} : Force verticale agissant sur les tubulures de la pompe

F_{Hmaxi} : Force horizontale agissant sur les tubulures de la pompe

M_{tmaxi} : moment agissant sur la pompe

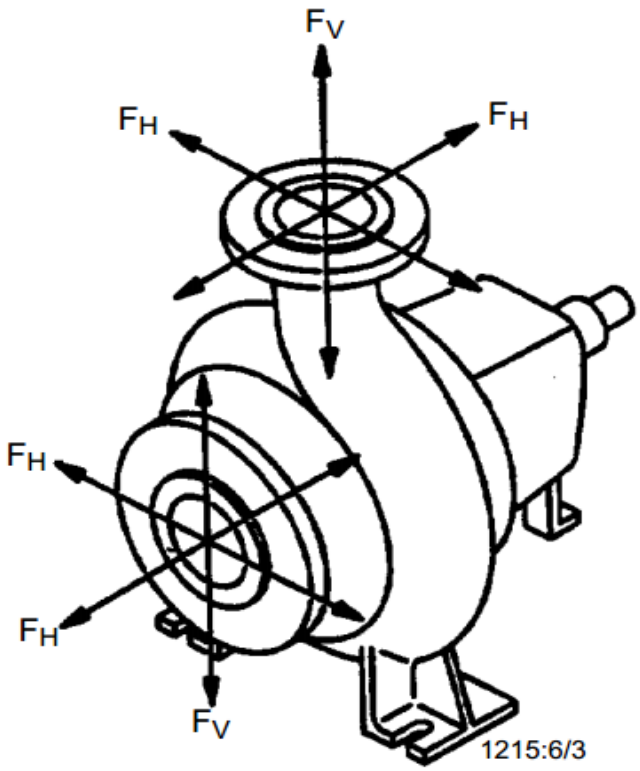


Figure III.4 : Forces et moments aux tubulures de la pompe **[5]**

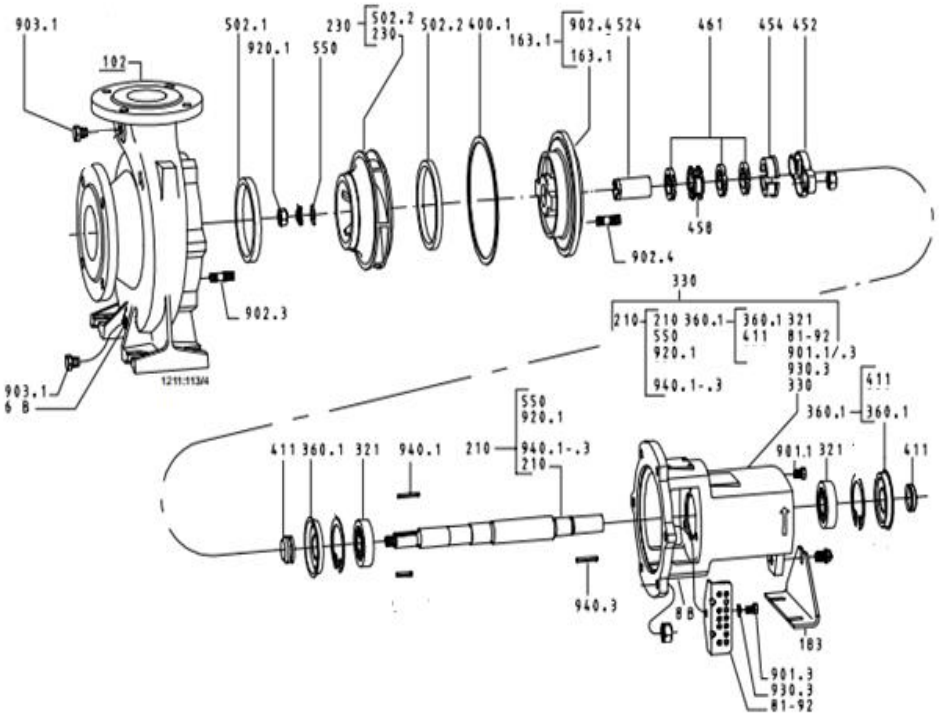


Figure III.5 Vue éclatée de la pompe **[5]**

Avec :

102 Volute
163.1 Fond de refoulement
183 Béquille
210 Arbre
230 Roue
321 Roulement à billes
330 Support de palier
360.1 Couvercle de palier
400.1 Joint plat
411 Joint circulaire 2)
903.1 Bouchon fileté 2)
930.3 Frein
940.1-.3 Clavette
6B Vidange fluide pompé
8B Vidange de fuites
452 Fouloir de presse-étoupe
458 Lanterne de blocage
461 Garniture à tresse
502.1/.2 Bague d'usure
524 Chemise de protection d'arbre
550 Disque1)
81-92 Tôle de protection
901.1-3 Vis à tête hexagonale
902.3/.4 Goujon
454 Bague de presse-étoupe
920.1 Ecrou
932.1-.3 Circlip
1M Raccord manomètre
6D Remplissage fluide pompé

II.2 Installation / Montage :

III.2.1 Règles de sécurité :

Les organes électriques utilisés dans les milieux explosifs doivent satisfaire aux prescriptions de protection antidéflagrantes indiquées sur la plaque signalétique du moteur. Lorsque les moteurs sont installés dans des milieux explosifs, il est impératif de respecter les prescriptions ADF en vigueur sur le lieu d'installation ainsi que les prescriptions stipulées dans le certificat de contrôle établi par les autorités compétentes. Le certificat de contrôle fourni avec la pompe doit être conservé sur le lieu d'installation (par exemple dans le bureau du contremaître). [5]

III.2.2 Contrôle avant la mise en place :

L'ouvrage doit être préparé conformément aux dimensions figurant dans le tableau de dimensions et le plan d'installation.

Le béton du massif de fondation doit être suffisamment dur (au moins B 15) pour assurer la conformité de la mise en place suivant la norme DIN 1045 ou similaire.

Le béton du massif de fondation doit avoir pris avant l'installation du groupe. Sa surface doit être plane et de niveau. [5]

III.2.3 Mise en place :

Aligner la pompe au moyen d'un niveau à bulle d'air (sur l'arbre / la tubulure de refoulement). La distance entre les demi-accouplements indiqués dans le plan d'installation doit être observée.

Pour le calage du groupe, répartir les feuillards de part et d'autre des boulons d'ancrage entre le socle / cadre et le massif de fondation. Si la distance entre les boulons d'ancrage est supérieure à 800 mm, prévoir des feuillards intermédiaires. Tous les feuillards doivent être posés de niveau. [5]

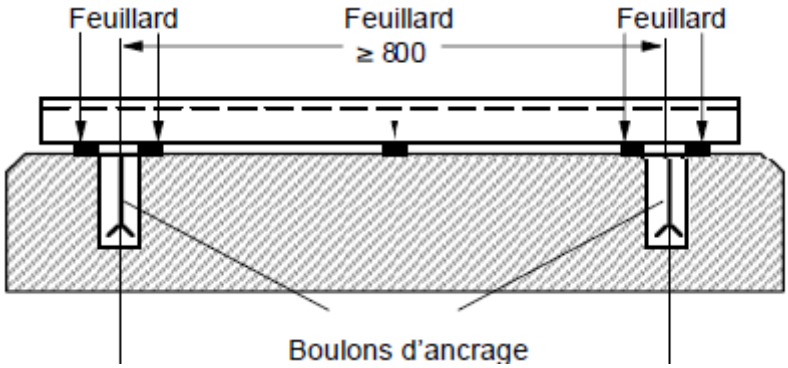


Figure III. 6 Montage des feuillards requise [5]

Serrer les boulons d'ancrage à fond et régulièrement. Les socles communs d'une largeur maximale de 400 mm doivent être rigides à la torsion et ne doivent pas être scellés avec du béton.

Les socles communs d'une largeur supérieure à 400 mm doivent être scellés après la fixation d'un mortier non rétractible jusqu'au bord supérieur du cadre. [5]

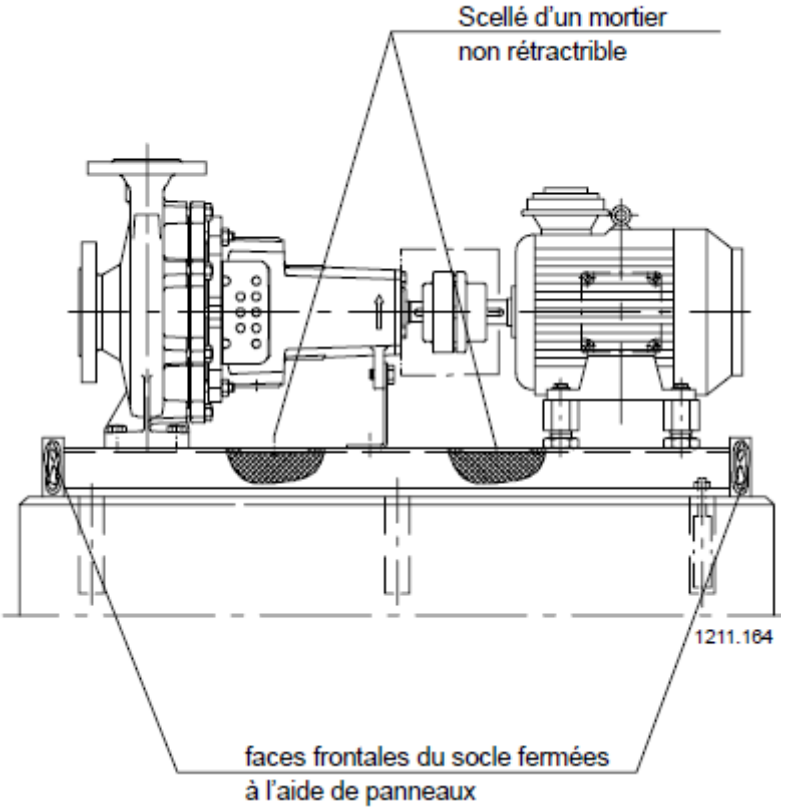


Figure III. 7 Socle en béton[5]

III.3 Raccordement aux tuyauteries :

La pompe ne doit en aucun cas servir de point fixe aux tuyauteries.

Les forces et moments des tuyauteries (par exemple torsion, dilatation thermique) ne doivent pas dépasser les valeurs limites Dans le cas de fonctionnement en aspiration, la tuyauterie doit monter vers la pompe et, dans le cas de fonctionnement en charge, elle doit descendre vers la pompe pour éviter la formation de poches d'air. Le raccordement doit se faire hors tension.

En cas de tuyauteries courtes, leur diamètre nominal doit être au moins égal à ceux des raccords de la pompe. En cas de tuyauteries longues, leur diamètre le plus économique doit être calculé au cas par cas.

Les divergents doivent avoir un angle au sommet de 8° environ pour éviter des pertes de charge trop élevées.

Selon le type d'installation et de pompe, il est recommandé de monter des dispositifs anti-retour et des appareils d'arrêt. Afin de ne pas brider la pompe, la dilatation thermique des tuyauteries (forces et moments) doit être compensée par des moyens adaptés [5]

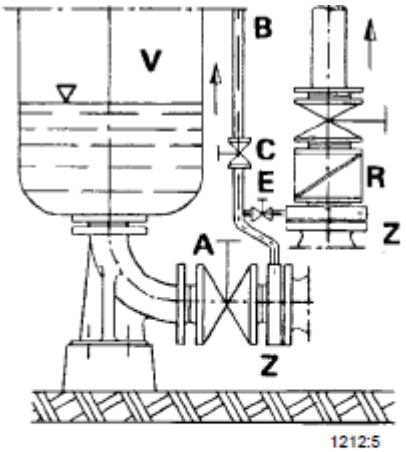
III.4 Alignement de la pompe et du moteur :

Après la fixation du socle commun sur la fondation, l'accouplement doit être soigneusement contrôlé et le groupe doit éventuellement être réaligné (par rapport au moteur).

Avant le contrôle de l'alignement, desserrer la béquille 183 (figure III.4) et la resserrer sans tension. Le contrôle de l'accouplement et le réalignement sont nécessaires même lorsque la pompe et le moteur sont livrés montés sur le même socle commun et alignés. [5]

III.5 Compensation du vide

Pour le pompage de réservoirs sous vide, l'installation d'une conduite de compensation du vide présente des avantages. Le diamètre nominal de la conduite doit être d'au moins 25 mm. Elle doit déboucher au-dessus du niveau maximum de liquide admissible dans le réservoir. Une conduite auxiliaire partant de la tubulure de refoulement de la pompe facilite la vidange de la pompe avant le démarrage. [5]



A Appareil d'arrêt principal
B Conduite de compensation du vide
C Appareil d'arrêt
E Appareil d'arrêt étanche au vide
R Clapet anti-retour à battant
V Réservoir sous vide
Z Bride intermédiaire

Figure III.8 Tuyauterie d'aspiration et tuyauterie de compensation du vide**[5]**

III.5.1Remplissage de la pompe et contrôle :

Avant toute mise en route, remplir la pompe ainsi que la tuyauterie d'aspiration avec le liquide pompé, les purger de toute présence d'air. L'appareil d'arrêt sur la tuyauterie d'aspiration doit être ouvert en grand.

Ouvrir en grand tous les raccords auxiliaires prévus (liquide de blocage, liquide de rinçage etc.) et contrôler l'écoulement.

Ouvrir l'appareil d'arrêt dans la tuyauterie de compensation du vide (si existant) et fermer l'appareil d'arrêt étanche au vide. [5]

III.6 Branchement électrique du moteur

Brancher le moteur suivant le schéma de connexions figurant dans la boîte à bornes ou suivant figure III.8.1 ou II.8.2. [5]

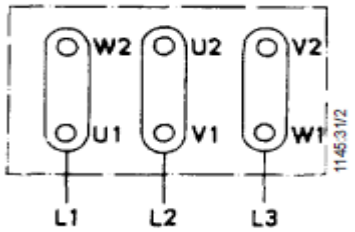


Figure III.9.1 Schéma de connexions pour moteurs triphasés, Démarrage triangle**[5]**

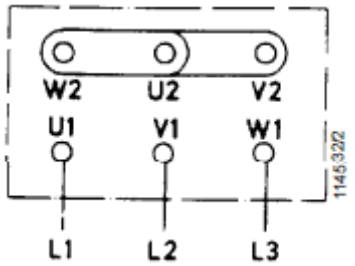


Figure III.9.2 Schéma de connexions pour moteurs triphasés, Démarrage étoile**[5]**

III.6.1 Contrôle du sens de rotation :

Le sens de rotation du moteur doit correspondre au sens de la flèche figurant sur la volute de la pompe (vu du côté moteur, dans le sens horaire). A contrôler par brefs enclenchements.

Si le moteur tourne dans le mauvais sens, intervertir deux phases du câble d'alimentation dans la boîte à bornes du moteur, L1, L2 ou L3. [5]

III.7 Mise en service / Mise hors service :

III.7.1 Première mise en service :

Avant de mettre la pompe en service, contrôler que les points suivants ont été effectués :

- vérification du raccordement correct de tous les dispositifs de protection,

- vérification du remplissage correct de la pompe avec le liquide pompé,

- contrôle du sens de rotation,

- vérification de tous les raccords auxiliaires. [5]

III.8. Lubrifiants :

III.8.1 Paliers lubrifiés à la graisse :

Les paliers lubrifiés à la graisse sont pré-remplis. [5]

III.8.2 Paliers lubrifiés à l'huile :

Le support de palier doit être rempli d'huile, qualité C, CL,CLP46 [5]

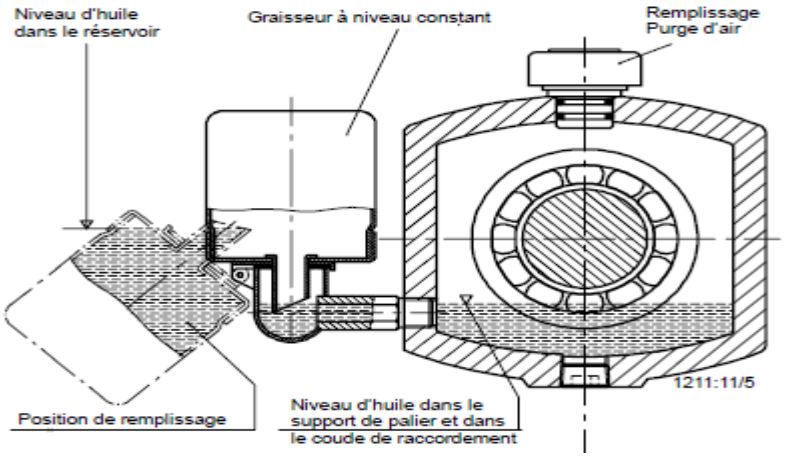


Figure III. 10 .Remplissage d'huile [5]

III.8.2.1 Procédé :

Dévisser le bouchon fileté 672 (figure 8) . Par l'orifice ainsi libéré verser l'huile - le graisseur à niveau constant étant rabattu - jusqu'au moment où l'huile entre dans le coude de raccordement (figure. 7). Remplir le réservoir du graisseur à niveau constant et le rabattre ensuite en sa position initiale. Remettre le bouchon.

Contrôler, après quelques instants, si le niveau d'huile a baissé dans le réservoir.

Le réservoir doit être constamment rempli d'huile !

Le niveau d'huile doit être au-dessous de la fente de purge d'air située au bord supérieur du coude de raccordement.

Pour contrôler le niveau d'huile, nous recommandons de faire s'écouler l'huile très lentement par le bouchon de purge jusqu'à ce que le graisseur entre en fonction (bulles d'air montant dans 10 le graisseur).

En l'absence d'un graisseur à niveau constant équipant le support de palier, le niveau d'huile doit être visible au milieu de l'indicateur d'huile situé sur le côté. [5]

Remarque :

La marche à sec entraîne une forte usure, elle doit être évitée **.**

III.8.3 Renouvellement de lubrifiant

III.8.3.1 Qualité / renouvellement de graisse :

Les paliers sont graissés avec une graisse de qualité supérieure à base de savon au lithium. Dans des conditions de service normales, un remplissage est suffisant pour 15 000 heures de service ou 2 ans. En cas de conditions défavorables, telles que température ambiante et humidité atmosphérique élevées, air à forte teneur en poussières, atmosphère industrielle agressive, etc. il faut contrôler les paliers plus souvent et, si nécessaire, les nettoyer et renouveler la graisse.

La graisse doit être une graisse à base de savon au lithium, exempte de résines et d'acides, elle ne doit pas se casser et doit protéger contre la rouille. En fonction de la pénétration de

foulonnage, l'indice de pénétration de cette graisse doit être entre 2 et 3. Son point de goutte ne doit pas être inférieur à 175 °C. Ne remplir les cavités des paliers qu'à peu près de moitié de graisse.

Si nécessaire, les paliers peuvent être graissés avec des graisses à base d'autres savons. Puisqu'il est interdit de mélanger des graisses à différentes bases de savon, il faut soigneusement laver les paliers. Les intervalles de regraissage dépendent de ces graisses. [5]

III.8.3.2Renouvellement de l'huile

Le premier renouvellement d'huile doit être effectué après 300 heures de service, tous les autres renouvellements d'huile après 3000 heures de service, au minimum une fois par an.[5]

III.8.3.3Procédé :

Dévisser le bouchon fileté 903.3 situé au-dessous du graisseur à niveau constant 638 et vidanger l'huile. Recueillir la graisse utilisée dans un récipient approprié. Après la vidange du support de palier, revisser le bouchon fileté et remplir d'huile conformément au paragraphe II.8.2. [5]

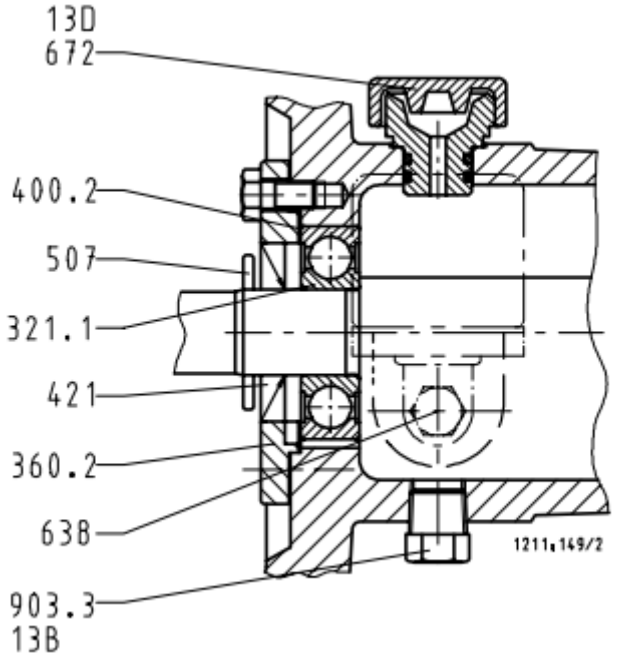


Figure III.11. Lubrification à l'huile **[5]**

Repère	Désignation
321.1	Roulement à billes
638	Graisseur à niveau constant
360.2	Couvercle de palier
672	Bouchon de purge d'air
400.2	Joint plat
903.2	Bouchon fileté
421	Bague d'étanchéité
13B	Vidange huile
507	Déflecteur
13D	Remplissage huile et purge d'air

Tableau III. 2 : Différents composants de la partie lubrification [5]

III.9 Enclenchement :

La pompe ne doit démarrer que lorsque l'appareil d'arrêt côté refoulement est fermé ! Dès que la vitesse de régime est atteinte, ouvrir lentement l'appareil d'arrêt jusqu'à l'obtention du point de fonctionnement.

Dès que la température de service est atteinte et / ou en cas de fuites, arrêter immédiatement le groupe et resserrer les écrous 920.3 et 920.5.Contrôler l'alignement de l'accouplement selon II.4 et réaligner. si nécessaire. [5]

III.10 Déclenchement :

Fermer d'abord l'appareil d'arrêt sur la tuyauterie de refoulement ou si un dispositif anti-retour est monté sur la tuyauterie de refoulement, ne laisser l'appareil d'arrêt ouvert qu'à la seule condition de disposer d'une contre-pression suffisante.

Ne fermer l'appareil d'arrêt sur la tuyauterie d'entrée qu'après l'arrêt total de la pompe.

Arrêter le moteur. Veiller à ce que l'arrêt soit progressif et régulier sans freinage anormal.

En fonction de la nature de l'installation, la pompe devrait avoir- la source de chaleur étant coupée - un ralenti suffisant jusqu'à la réduction de la température du liquide véhiculé de sorte qu'une accumulation de chaleur à l'intérieur de la pompe soit évitée.

En cas d'arrêt prolongé, fermer l'appareil d'arrêt sur la tuyauterie d'entrée. Fermer les raccords auxiliaires.

Dans le cas de fonctionnement en charge sous vide, l'étanchéité d'arbre doit être alimentée en liquide de blocage, même lorsque les pompes sont à l'arrêt.

En cas de risque de gel et / ou d'arrêts prolongés, la pompe doit être vidangée ou protégée contre le gel. [5]

III.11 Surveillance en service :

La marche de la pompe doit toujours être régulière et exempte de vibrations.

La pompe ne doit jamais fonctionner à sec.

Un fonctionnement prolongé avec appareil d'arrêt fermé est interdit pour éviter un échauffement du fluide pompé.

Température ambiante maximum admissible : 40 °C La température de palier peut dépasser de 50° C la température ambiante sans cependant excéder +90° C (mesuré sur le support de palier).

Veiller à ce que le niveau d'huile soit correcte (voir figure 6) ainsi que le Débit minimum requis. L'appareil d'arrêt monté sur la tuyauterie d'entrée ne doit pas être fermé en service.

En exécution avec garniture à tresse, celle-ci doit goutter légèrement pendant le fonctionnement. Le fouloir ne peut être serré que légèrement.

Avant de procéder à des travaux d'entretien sur la garniture à tresse, enlever la tôle de protection 81-92 du support de palier 330. Pour ce faire, desserrer d'abord la/les vis à tête hexagonale 901.3.

Avant la remise en service de la pompe, remonter la tôle de protection. [5]

III.12 Entretien / Maintenance :

III.12.1 Instructions générales :

L'exploitant doit veiller à ce que tous les travaux d'entretien, d'inspection et de montage soient exécutés par un personnel autorisé et qualifié qui a préalablement étudié la notice de service.

L'élaboration d'un plan d'entretien permet d'éviter des immobilisations intempestives et des réparations coûteuses, minimise les travaux d'entretien et permet d'obtenir un fonctionnement correcte et fiable de la pompe. [5]

III.13 Généralités sur les garnitures mécaniques

III.13.1 Description :

Une garniture mécanique est un dispositif conçu pour assurer l'étanchéité entre un arbre rotatif et une enceinte stationnaire, par exemple entre l'arbre et le corps d'une pompe.Dans des conditions d'exploitation très sévères. [10]

Pressions : jusqu' à 150 bars et plus, températures : jusqu' à 400 °c et vitesses : jusqu' à 10000tr/min et plus, diamètres : jusqu' à 500 mm et plus. [12]

Elle est composée de deux sous ensemble : l'un statique et l'autre tournant.

III.13.2 Principe de construction et travail des garnitures mécaniques

Le principe de base est le même pour toutes les garnitures, assurer l'étanchéité entre deux faces en mouvement relatif (rotation).

Une étanchéité efficace implique un débit de fuite nul. Néanmoins, lorsque les critères de fiabilitésont prépondérants, les deux bagues constituant la garniture doivent être séparées par un film fluidetrès mince (de l'ordre de quelques μm) afin d'éviter l'usure des faces de la garniture tout en limitant la fuite à une valeur acceptable. Le film fluide est fortement cisaillé en raison du mouvement relatif des anneaux et de la différence de pression entre l'intérieur et

l'extérieur du joint. La puissance dissipée par frottement visqueux génère une élévation de température au sein du film et des éléments contigus. [8]

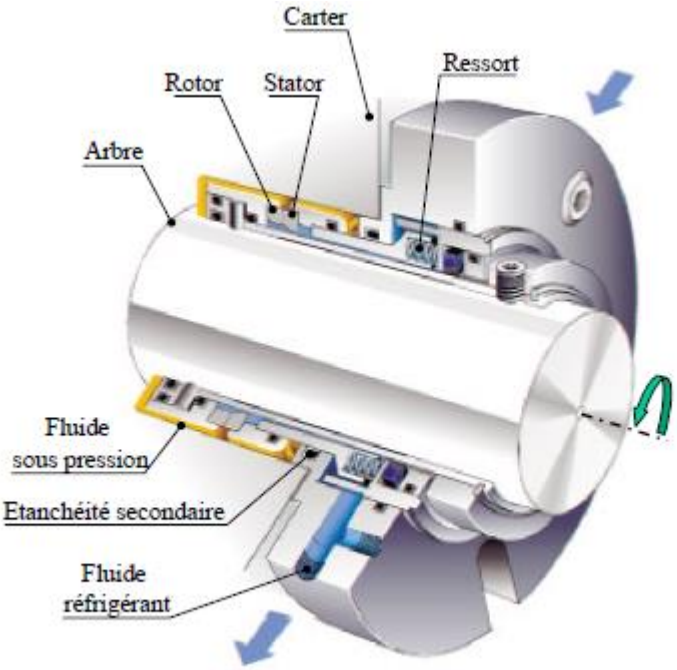
Constitution de la garniture

Une garniture mécanique se compose de deux sous-ensembles l'un statique et l'autre tournant.

Les éléments principaux sont :

- les grains mobiles (ou couple) et fixes, dont les surfaces en contact, assurent l'étanchéité principale.

- Les étanchéités secondaires (joints, soufflet métallique, membrane synthétique).
- Un élément élastique (ressort, soufflet métallique, membranes synthétiques), dans l'un des sous-ensembles.
- Des éléments de liaison des sous-ensembles à la machine (chemise, couvercle, vis, support…etc.) [12]



,

Figure III. 12. Différentes composantes d'une garniture mécanique [8]

III.13.3.Choix des garnitures mécaniques

Pour le meilleur choix des garnitures mécaniques il faut avoir connaissance de certains paramètres de travail et les facteurs agissant sur ces derniers.

- **Pression à étancher p :** il est nécessaire de connaître avec précision la valeur de la pression du fluide à étancher afin de sélectionner le type de la garniture.
- **Vitesse de rotation v :** une garniture mécanique doit être dynamiquement stable à sa vitesse de rotation.
- **Température T** : tous les composants de la garniture mécanique doivent garder leur intégrité dans toute la plage de température de fonctionnement.
- **Fluide à étancher** : il est nécessaire de connaître la nature du fluide [12]

III.13.4 Classifications des garnitures mécaniques

- Interne/Externe
- Tournante/stationnaire
- Composants/cartouche
- Simple/dual [11]

III .13.4.1 Garnitures mécaniques interne

La garniture mécanique se trouve à l'intérieur du fluide à étancher .

- Le fluide refroidit les faces
- L'effet centrifuge aide au nettoyage
- Limite les fuites catastrophiques
- Grande résistance à la pression
- Contrôle d'environnement possible [11]

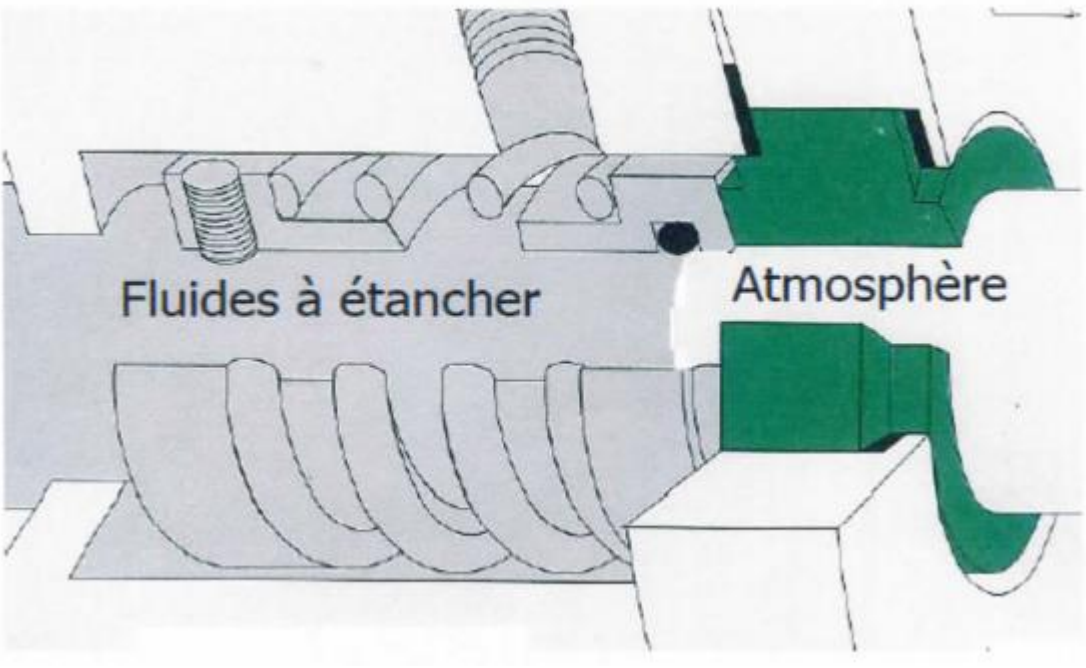


Figure III.13.Garniture mécanique interne [11]

III.13.4.2 Garnitures mécaniques externes

- Facile à installer
- Ne rentre pas à l'intérieur du presse étoupe
- Pas de partie métallique en contact avec le fluide [11]

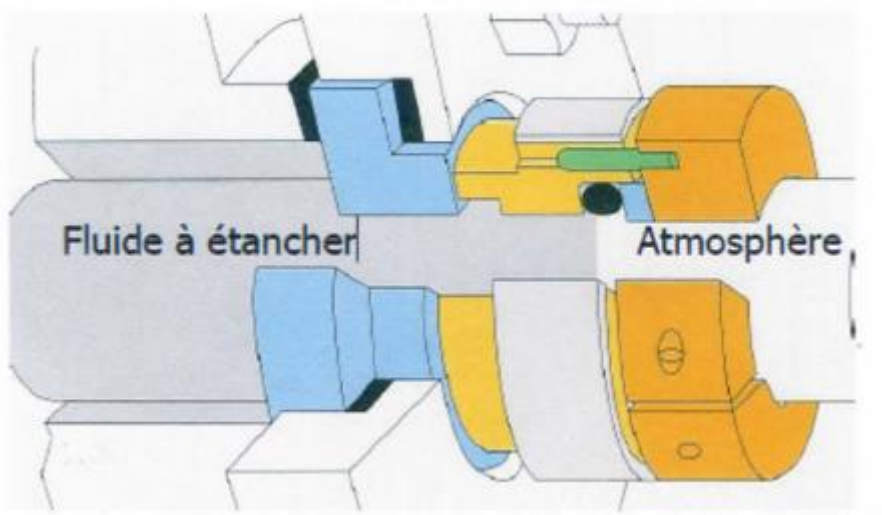


Figure III.14:Garniture mécanique externe [11]

III.13.4.3Garnitures mécaniques tournantes :

La garniture mécanique tournante est dotée d'un mécanisme àressort dans sa partie rotative. [11]

Figure III.15: Garniture mécanique tournants [11]

III.13.4.4.Garnitures mécaniques stationnaires :

La garniture mécanique stationnaire est muni d'un mécanisme à ressort dans sa partie statique. [11]

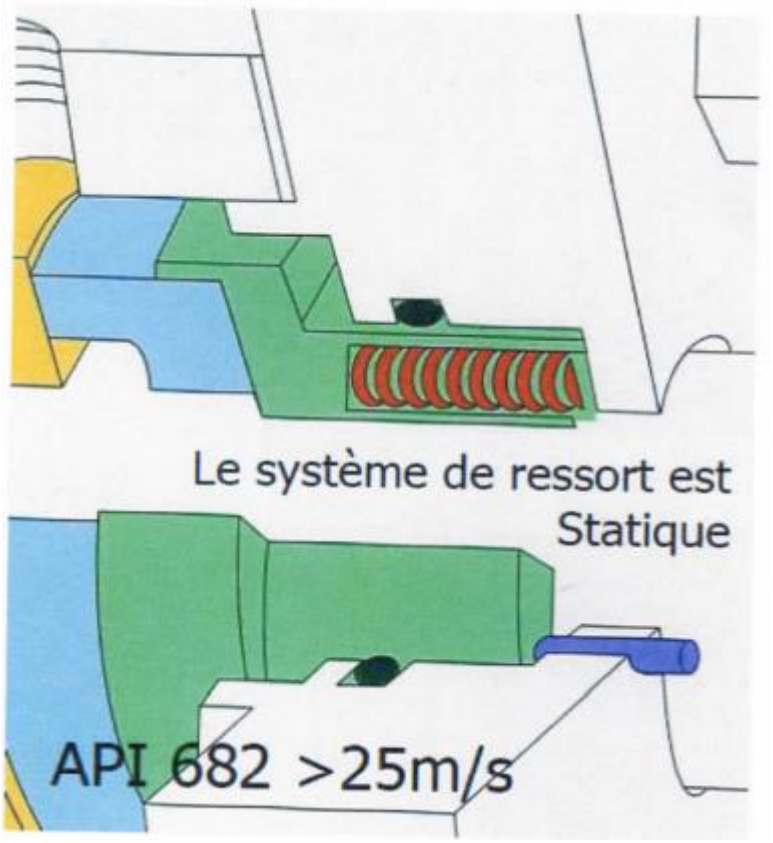


Figure III.16:Garniture mécanique stationnaire [11]

Remarque :

Pour toutes les garnitures mécaniques stationnaires et tournantes, il est impératif que la face tournante soit perpendiculaire à l'arbre. Dans le cas contraire les faces pourront s'ouvrir pendant le fonctionnement et entrainer une panne prématurée de l'étanchéité. [11]

III .13.4.5 Garnitures mécaniques à composants :

Une garniture mécanique à composants est un ensemble qui inclut une partie statique et une partie dynamique séparées. Ces différents éléments doivent être positionnés avec précision dans le chapeau et sur l'arbre ou la chemise de l'équipement. [11]

Figure III.17:Garniture mécanique à composants **[11]**

III.13.4.6 Garnitures mécaniques cartouches :

Une garniture mécanique cartouche est un complément pré assemblée sur une chemise et inclut dans un chapeau. Le système d'entrainement se trouve à l'extérieur ou à l'intérieur.[11]

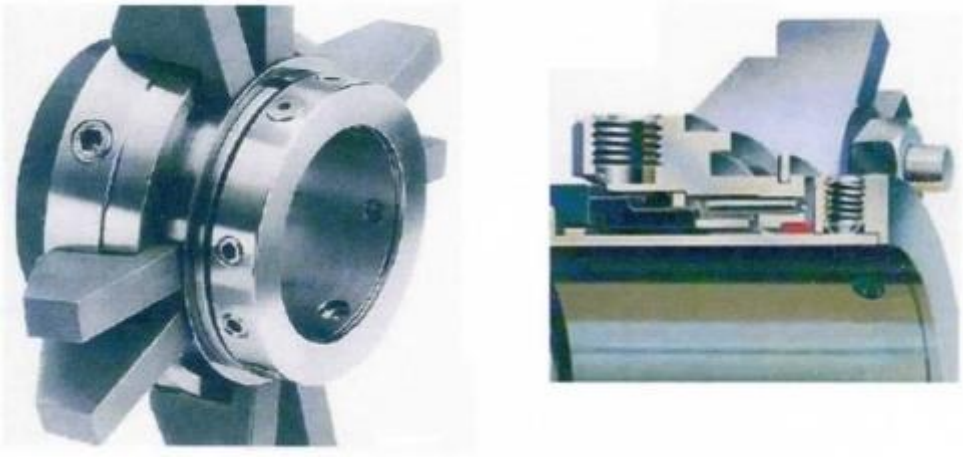


Figure III.18:Garniture mécanique cartouches [11]

III.13.4.7 Garnitures mécaniques simples :

Une garniture mécanique simple ne dispose que d'un jeu de faces d'étanchéité primaire.

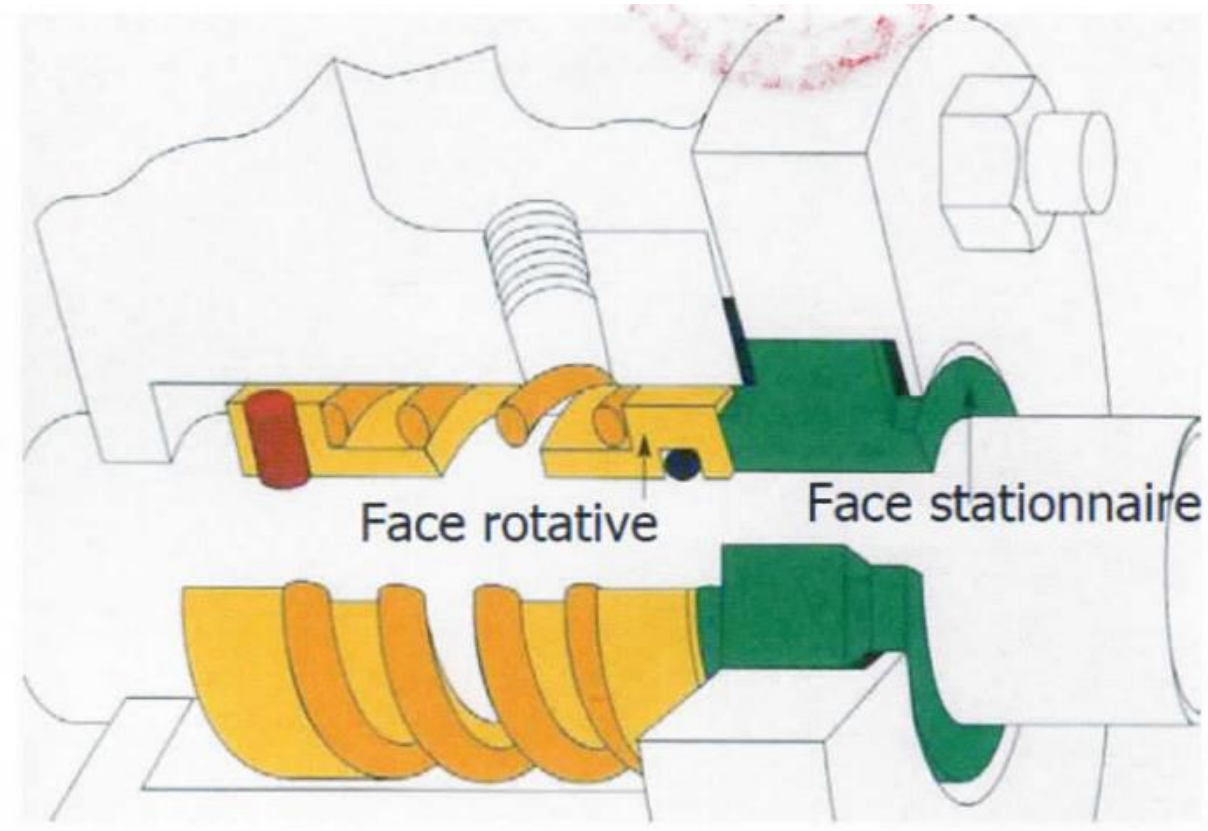


Figure III.19 : Garniture mécanique simple [11]

III.13.4.8 Garniture dual :

Une garniture mécanique multiple dispose de plusieurs jeux de faces d'étanchéité primaire.

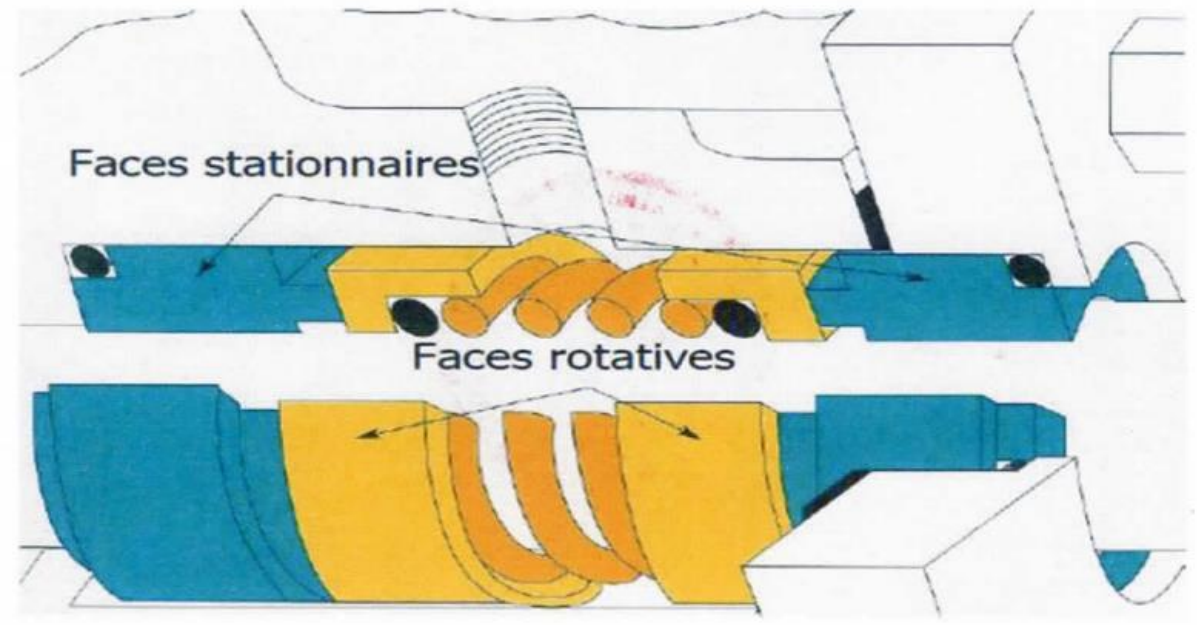


Figure III.20:Garniture Mécanique dual(double ou dos a dos) [11]

III.13.5 : Matériaux utilisés dans la fabrication des garnitures mécaniques

Les matériaux les plus utilisés pour constituer les anneaux des garnitures mécaniques sont à base de carbone. Les pièces en graphite sont en effet réputées pour leur endurance au frottement, et les céramiques (carbures de Silicium ou Tungstène), très résistantes, atteignent des durées de vie élevées. Les autres matériaux présents dans les applications courantes sont généralement métalliques (aciers traités, fontes).

Les surfaces sont obtenues après de soigneuses opérations d'usinage offrant des états de surface aussi fins que possible. [7]

III.13.6 Avantages et inconvénients d'une garniture mécanique

Avantages :

Les avantages de la garniture mécanique sur l'emballage de compression ou de glandes sont les suivants :

- les garnitures mécaniques assurent presque nulle ou très peu de fuite de liquide de la pompe à l'environnement.
- les garnitures mécaniques peuvent supporter de hautes pressions des fluides corrosifs et fluide à chaud.
- Il n'ya pas de frottement entre les pièces mobiles de la garniture mécanique il n'ya donc aucune consommation d'énergie d'appoint par la pompe.
- Il n'ya pas de port de l'arbre ou le manchon sur lequel la garniture mécanique est montée.

- Les garnitures mécaniques sont des composants robustes , si bien qu'ils nécessitent moins d'entretien. [11]

Inconvénients :

- Exigent une petite quantité de fuite pour la lubrification et la refroidissement- donc anneaux d'étanchéité ne sont pas adaptés pour une utilisation dans des liquides qui sont toxiques , inflammables.
- la majorité des garnitures mécaniques abiment les arbres ou les chemises.
- 80 % du budget de l'entretien des pompe est affecté aux remplacements des garnitures mécaniques qui durent moins d'un an. [11]

Chapitre IV :

Cause de défaillance des garnitures

IV.1 Introduction

Cette étude a pour but d'identifier les diverses défaillances rencontrées au niveau des pompes pour réduire les défaillances de ces dernières.

Notre problème majeur c'est l'étanchéité (garniture mécanique). La durée de vie théorique de la garniture et d'une année, mais la garniture est changé chaque 75 jours. Ainsi l'étude sera faite en quatre parties.

- L'analyse historique des pannes.
- Les causes de défaillances des garnitures mécaniques.
- Identification des causes probable et improbable.
- Solution

IV.2. Analyse historique des pannes

Après avoir analysée le fichier historique des pannes du groupe électropompe KSB, on a établé le diagramme suivant :

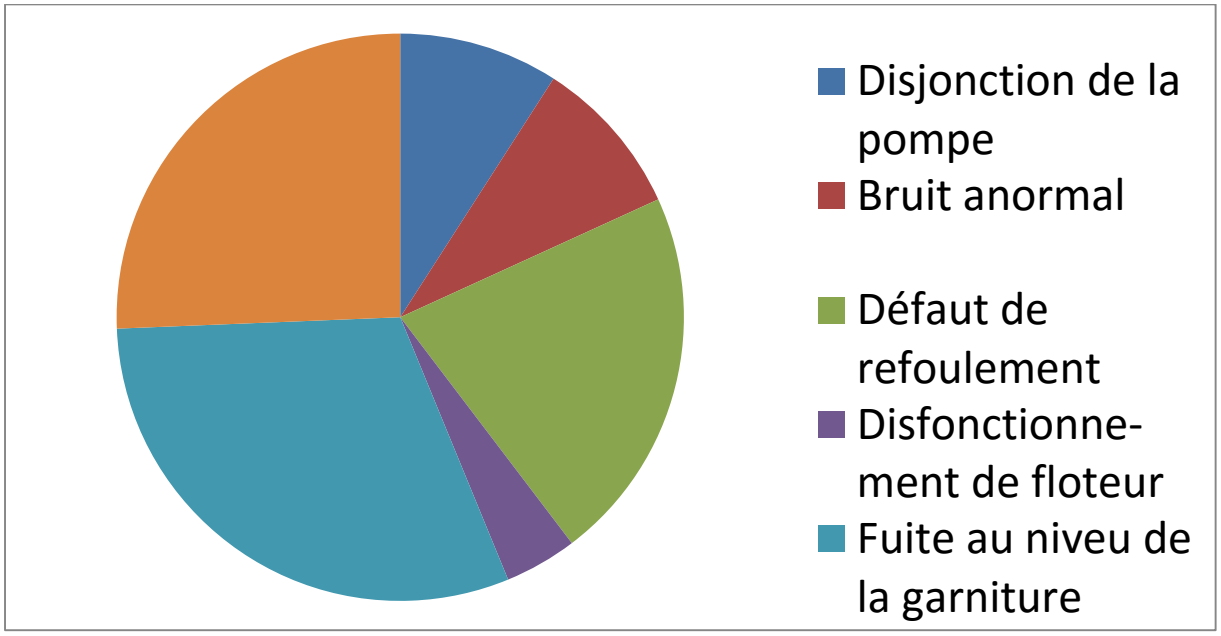


Figure IV.1: Type de pannes rencontrées

Ce secteur nous montre les différents types de pannes rencontrées en 2016 et 2017. Ainsi nous constatons que la défaillance des garnitures mécaniques occupe la première place concernant les pannes répétitives, avec un pourcentage de 30.57 %.

IV.3.Présentation de la garniture mécanique étudiée :

Le fonctionnement d'une pompe centrifuge implique que l'on fasse tourner une roue à une certaine vitesse dans le corps de la pompe où circule le liquide véhiculé. La mise en rotation de la roue se fait par un arbre qui traverse le corps de la pompe et qui est lié mécaniquement à la machine d'entrainement. Le liquide pompé se trouve dans le corps de pompe à une pression supérieure à la pression atmosphérique, donc le liquide risque de fuire le long de l'arbre vers l'atmosphère ou les corps de palier, il est nécessaire de réduire cette fuite à une valeur nulle ou quasi nulle, car une fuite correspond à une perte de rendement. La garniture mécanique est la solution technologique qui peut assuré l'étanchéité (réduire les fuites).

Le liquide sous-pression de la pompe est arrêté par la surface de contact entre les deux grains (tournant et stationnaire).

- Le premier est fixe, c'est le grain qui s'appuie contre le chapeau de la garniture par l'intermédiaire d'un joint statique d'étanchéité.
- Le second est tournant avec l'arbre, la force exercé par le ressort permet de maintenir une pression sur la surface de contact entre les deux grains. Le joint a pour but d'éviter toute fuite le longe de l'arbre.

Figure IV.2 Garniture mécanique étudiée

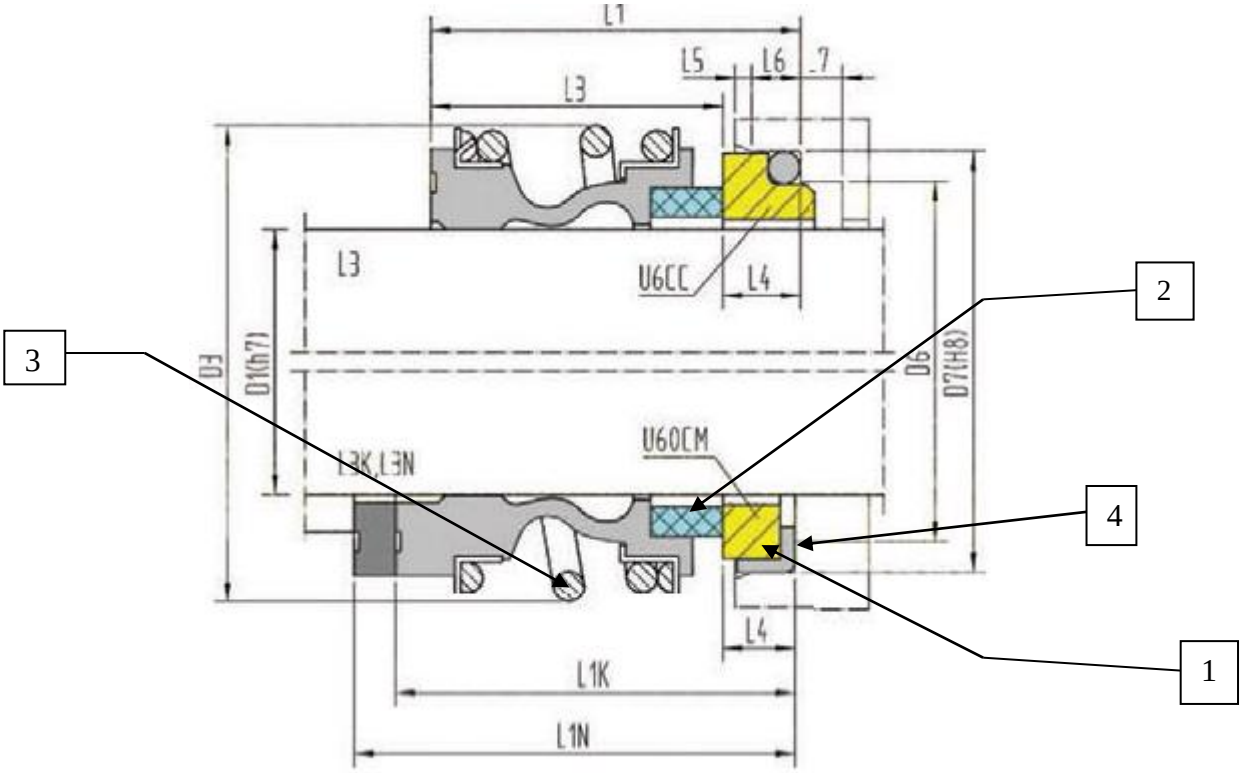


Figure IV.3 Les composants de la garniture mécanique étudiée [15]

Avec :

1 : Grain fixe

2 : Grain tournant

3 : Ressort

4 : Joint d'etancheiété

Dimensions	D1	D6	D7	D3	L1K	L1N	L1	L3	L4	L6	L5	L7
Valeur(mm)	38	49	56	59	45	55	39	30	9	6	2	9

Tableau IV.1 Dimensions de la garniture

IV.3.1.Paramètres fonctionnels de la garniture mécanique

Pression (P)	12 bars
Température (T)	-20 +120°C
Vitesse (V)	10 m/s
Vitesse de rotation (tr/mn)	

Tableau IV.2 Paramètres de fonctionnement

Composant de la garniture d'étanchéité	Matériaux
Grain stationnaire (fixe)	Carbure de tungstène
Grain tournant	Carbure de tungstène
Ressort	Métal : inox
Les joints d'étanchéité	Elastomère

Tableau IV.3 composants du système d'étanchéité

IV.4.Les causes courantes de défaillance des garnitures mécaniques :

Il existe plusieurs causes de défaillance des garnitures. Dans cette section, nous examinerons les problèmes les plus courants qui peuvent survenir lors du fonctionnement de la garniture mécanique, et nous allons aussi examiner les solutions possibles.

IV.4.1.Fonctionnement à sec

Un fonctionnement à sec c'est-à-dire lorsqu'il n'y a pas de liquide à véhiculer dans la pompe. Le fluide pompé sert de lubrifiant pour les deux surfaces des grains. L'absence du film lubrifiant entraîne l'augmentation du frottement entre les surfaces du joint, par conséquent la température augmente considérablement, ce qui entraine l'usure rapide de la garniture.

IV.4.2.L'étanchéité du système

Lorsque il ya une mauvaise étanchéité du système, il ya un risque de contamination et le dépôt de particules étrangères. Une certaine quantité de particules dures se dépose et s'intercale entre les faces de contact des deux grains de la garniture mécanique, ce qui entrainera l'usure par abrasion de ces deux surfaces et qui provoquera des fuites du liquide sous pression.

IV.4.3.Un mauvais alignement de la garniture :

Lorsqu'une garniture mécanique est installée sur les équipements tournants, le déplacement axial de l'arbre ne doit pas dépasser la flexibilité du joint d'arbre.
Un mouvement axial de l'arbre dépassant la flexibilité permet l'accélération de l'usure des bagues d'étanchéité de la garniture mécanique, et peut aussi causer des fuites de liquide pompé et le mauvais fonctionnement du ressort de pression (position incorrect du ressort).

IV.4.4. Mauvais montage :

Les joints d'arbre sont fabriqués selon des normes précises. Cela permet aux utilisateurs de passer d'un type de joint à l'autre avec des performances améliorées pour une application effective. Même si les deux différentes garnitures mécaniques ont la même longueur totale, les faces coulissantes ne sont pas nécessairement placées à la même hauteur. Si les composants de deux différentes garnitures mécaniques sont mélangés, le résultat peut être inférieur ou excessive de compression du joint.

Si lors du montage d'une garnitures mécanique l'arbre et le siège du grain fixe ne sont pas nettoyés avec précaution, il y' aura risque d'usure abrasive par le dépôt des particules étrangères.

IV.4.5.Condition d'utilisation :

Si lors de l'utilisation du système de pompage, les paramètres de fonctionnement ne sont pas respectés, cela peut affecter la performance de l'étanchéité.
Les paramètres affectant la performance d'une garniture mécanique sont :

- la pression dans la boîte de garniture ;
- la température autour du joint de l'arbre dans la boîte de garniture ;
- le fluide pompé ;
- la vitesse ;
- les dimensions du joint d'arbre.

IV.4.5.1. la pression :

La pression exercée sur la garniture mécanique doit être conforme aux limites définies par le concepteur. Lorsque la pression du fluide pompée sur le joint de l'arbre dépasse le niveau pour le quel il a été conçu, diverses défaillances peuvent se produire :

Le frottement entre les joints d'étanchéité peut augmenter et causer des dommages, si la température approche la limite maximale d'utilisation du caoutchouc, le matériel en caoutchouc devient plus souple et donc sensible à l'extrusion.

Figure IV.4 Joints toriques extrudés par pression élevée

IV.4.5.2.La température

La friction entre les deux grains du joint d'étanchéité génère de la chaleur. Par conséquent, la température dans le joint est plus élevée que la température du fluide pompé.

Si la température et Supérieure à la température maximale admissible de la garniture mécanique on peut avoir un endommagement des parties en élastomère de la garniture mécanique (joint d'étanchéité), et une usure rapide de la garniture.

IV.4.5.3.Fluide pompé :

La nature du fluide pompé joue un rôle important dans le bon fonctionnement de la garniture, dans notre cas la garniture est lubrifiée par le fluide transporté (l'eau) et l'étanchéité n'est pas à 100%. Donc si le fluide est visqueux il aura de l'influence sur le ressort. On constate la diminution de la pression exercée par le ressort (diminution de sa raideur).Par conséquent il y'aura augmentation du jeu entre les surfaces des deux grains.

IV.4.6.Vibrations mécaniques :

Les vibrations gênèrent des efforts importants sur chacune des pièces de la garniture mécanique. Ce qui provoque l'usure prématurée de toutes les pièces, les bagues d'étanchéité seront écorchées et provoque l'écartement des deux surface d'appui des grains de la garniture d'étanchéité.
Les vibrations peuvent être générées par la friction entre les faces d'appui si les conditions de fonctionnement ne sont pas respectées ou si on a un défaut d'alignement. La largeur de la piste d'usure sur le siège sera élargie en cas de vibrations de l'arbre

Résumé

Le tableau suivant récapitule les causes de défaillance probables dans une garniture mécanique :

Les modes de défaillances	Les causes de défaillances
La garniture fuit goutte à goutte encours du Fonctionnement	Vaporisation du liquide servant à la lubrification de la garniture au niveau des faces de frottement. Quantité insuffisante de liquide pour lubrifier les faces de la garniture
Fuite de la garniture au démarrage	Éclats ou rayures sur le joint secondaire, au cours du montage.
Usure accélérée du joint d'étanchéité	-Désalignement (arbre de moteur par rapport à l'arbre de la pompe) - mauvais montage de la garniture - couple excessif - Dégradation de la surface de contact des grains - Contamination des surfaces de contact - Lubrification inadéquate
Jeu important entre les surfaces de contact des deux grains de la garniture.	-élévation de la température qui provoque l'usure - des bords écaillés - Ecartement des faces de contact à cause des débris incrustrés - usure d'arbre - mauvais montage de la garniture - pression du fluide excessive

Endommagement du ressort	-Défauts de conception - Corrosion - Désalignement
Courte durée de vie de la garniture	Le fluide contient des particules abrasives qui provoque une usure excessivedes faces du joint
	Garniture fonctionnant à une température élevée par rapport à la température du fluide à étancher.
	-Défaillance du ressort. -Détérioration du matériel due à l'érosion. -Corrosion des mécanismes d'entraînement. -Défaillance des joints toriques due au vieillissement. Attaque chimique.

Tableau IV.4 : Les causes de défaillance probables dans une garniture mécanique

On constate qu'il y a beaucoup de modes et causes de défaillance, dans notre cas nous allons essayer de les réduire au minimum dans une perspective logique portent les cas possibles de défaillances spécifiques, comme la défaillance des faces de contact qui conduit à des fuites excessives.

Pour analyser les causes possibles pour notre problème, un outil de diagnostic sera utile ; pour cela nous utiliserons le diagramme d'Ishikawa qui nous aidera à préciser les principales causes et leurs effets.

IV.5. Application du diagramme d'Ishikawa pour la garniture :

Les diagrammes d'Ishikawa également connus sous le nom d'arête de poisson ou diagramme de cause et d'effet, ont été inventés par Kaoru Ishikawa pendant les années 1960.La conception du diagramme est semblable au squelette d'un poisson. La représentation peut être simple, par une ligne qui se penche sur un axe horizontal. Les causes premières et les sous causes qui produisent le problème ou le défaut sont représentées dans celle des têtes respectives. Les causes du problème ou de l'imperfection peuvent être groupées dans des catégories suivantes : la main d'œuvre, la machine, le matériel, la méthode et le milieu, représentés dans le diagramme a- dessous (figure IV.5). Parfois ceux-ci peuvent être aussi

bien groupés dans deux autres catégories comme la gestion et les mesures mais cela dépend du but de l'utilisation

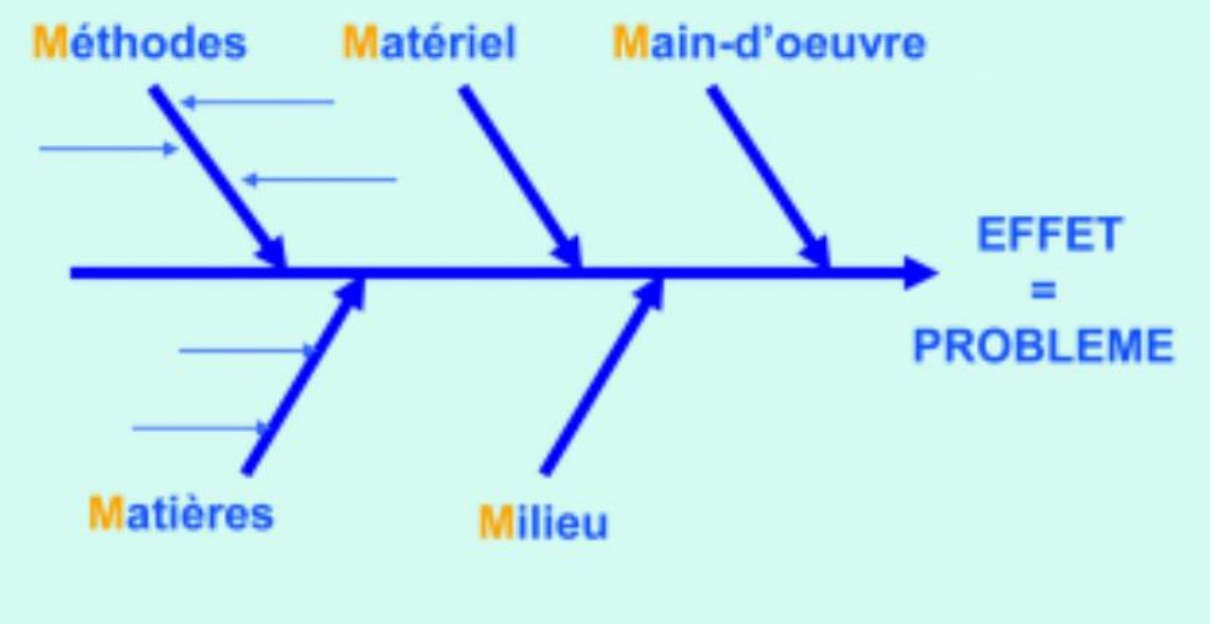


Figure IV.5 Structure du diagramme d'Ishikawa

La méthode du diagramme Ishikawa devient la plus puissante solution lorsqu'il est utilisé avec précision et une équipe professionnelle, qui permet d'identifier les causes du problème avec des points de vue différents. D'abord on analyse toutes les causes probables ensuite On va éliminer les causes improbables, et enfin on va proposer des solutions.

IV.5.1.Identification des causes probables du problème :

On va adopter le diagramme d'Ishikawa pour la garniture mécanique.

Possibilités d'échec de la garniture mécanique provoqué par la « Machine »

-cavitation ;
- vibrations de la pompe ;
- corrosion ;
- détérioration des Roulements. ;
- usure ;
- régime d'exploitation ;
- encrassement ou absence des filtres ;

Causes possibles provoquées par la « main d'œuvre » :
- Mauvais exploitation (les procédures et les règles ne sont pas respectées).
- Échec causé intentionnellement.
- Opérateurs inexpérimentés.

Causes possibles provoquées par les « Méthodes » :
- Désalignement (arbre, logement).
- Mises en services.

Causes possibles provoqué par le « matériel » :
- Mauvais choix pour la garniture (conception ou la disposition) ;
- Présence de particules (tuyau corrodé).
- Mauvais métallurgie (surfaces du joint ou joint/pompe) ;
- Contamination.
-Raideur insuffisante de ressort

Causes possibles provoquées par «l'environnement » :
- La non compatibilité avec les paramètres de fonctionnement (pression, température et vitesse)

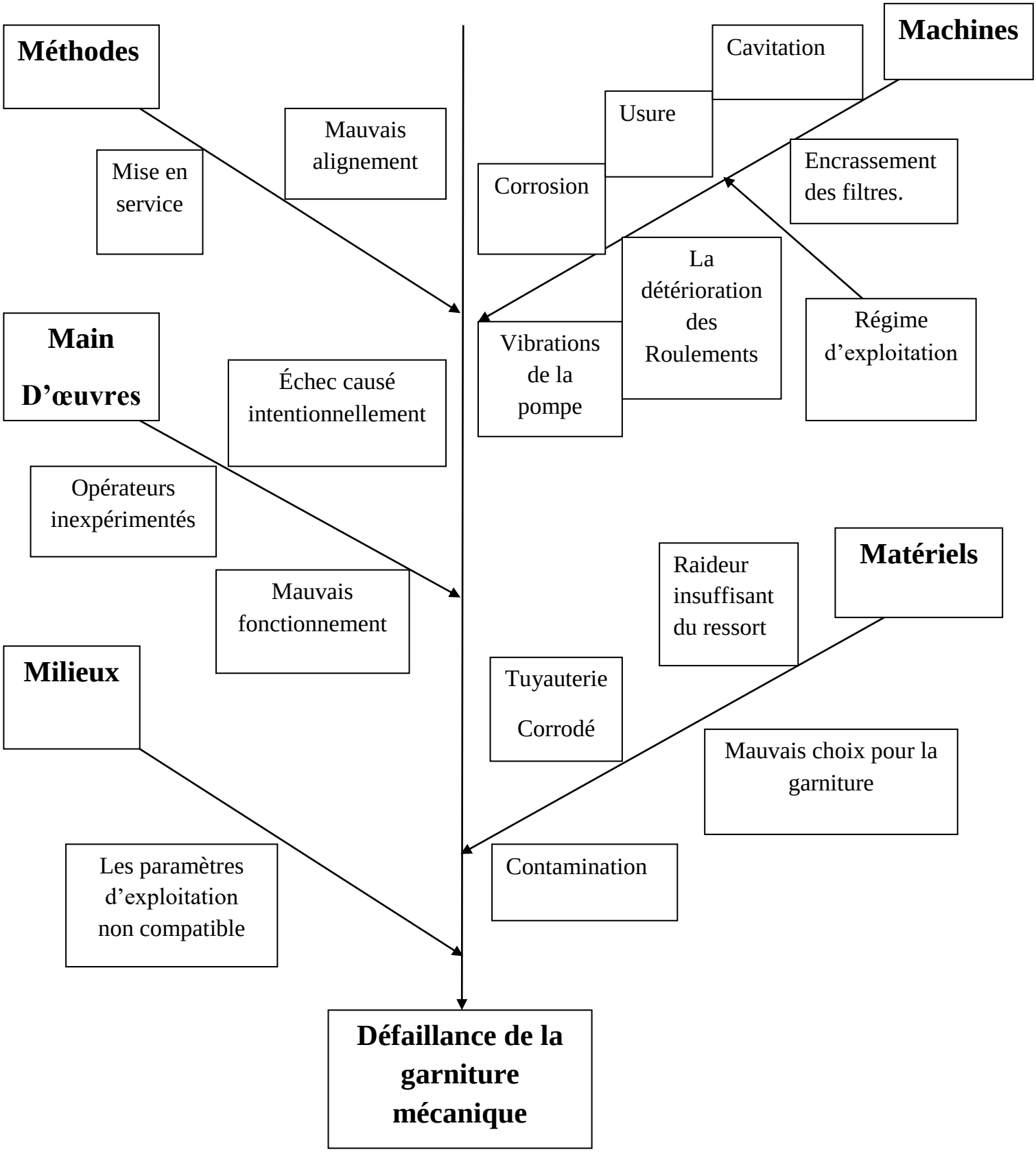


Figure IV.6 Tracé de diagramme d'Ishikawa

IV.5.2.Analyse des causes improbable :

La première étape concerne l'analyse des paramètres de fonctionnement de la pompe telles que la pression, la vitesse, le niveau de vibration (vérification des conditions imposées par le constructeur). En plus le plan d'entretien du groupe établi par le service maintenance de CIVITAL mentionne l'obligation quotidienne de vérifier le niveau de vibration, le bruit, le courant et l'étanchéité.

- En conséquence, ça nous permettra d'éliminer les causes suivantes :
  - Les vibrations de la pompe
  - La détérioration des roulements
  - Désalignement (arbre, logement)

  .-Régime d'exploitation.

- On peut ignorer les causes provoquées par « main d'œuvre» car la plupart des interventions est supervisée par des ingénieurs expérimentés. En plus les interventions sont faites au moins par deux personnes. Donc si l'un des intervenants fait un échec intentionnelle, l'autre peut se rendre compte et corriger son camarade.

- Concernant les causes qui ont une relation avec les « Méthodes ».D'après notre encadreur les conditions de la mise en place et mise en service sont respectées. La communication au sein de l'entreprise se fait sur papier, avant chaque intervention un responsable de maintenance doit rédiger un ordre de travail. Donc on peut écarter la cause provoquée par les « Méthode »

- L'environnement peut s'avérer nuisible pour le fonctionnement optimale de tout le groupe. Mais dans notre cas l'entreprise est située dans une place plus ou moins acceptable, Car on a juste le critère d'humidité qui il faut prendre en compte.

IV.5.3.Analyse des causes probables des garnitures d'étanchéité

La pompe aspire dans un basin en béton qui n'est pas couvert, en plus le fluide (eau) est sale, donc des particules étrangères sont véhiculée par le fluide.

Figure IV.7 Basin d'aspiration de la pompe

La figure(IV.7) montre des traces de corrosion dans le basin d'aspiration de la pompe.

Analyse de l'eau :

On a fait notre analyse au niveau du laboratoire des sciences exactes avec une centrifugeuse, on a réglé l'appareil à une vitesse de 5000 tr/min pendant 10 min, Pour faire l'analyse on a utilisée 4 tubes . Une centrifugeuse est un appareil destiné à séparer la phase solide d'une suspension liquide-solide. Cette séparation a pour origine la différence des masses volumiques du liquide et des particules solides en suspension dans le fluide. La partie essentielle de cet appareil est constituée d'un rotor lequel est entraîné en rotation à vitesse élevée, autour de son axe de symétrie, supposé ici vertical. Ce rotor supporte une série de tubes à essais identiques dans lesquels se situe la suspension à traiter.

Figure IV.8 centrifugeuses

Figure IV.9 Résultat d'analyse d'eau

Après avoir fait cette analyse on a laissé les tubes une journée, et on a constaté qu'il ya des particules étrangére(solides) dans le liquide aspiré, qui se situé au bas des tubes.

Figure IV.10 Garniture neuve

Figure IV.11 Garniture mécanique usée

Les figures (IV.10, IV.11) montrent la différence entre une garniture avant fonctionnement et après fonctionnement (dégradation), cette dernière montre l'impacte du l'usure abrasive qui se manifeste par l'arrachement de matière des surfaces en contact de la garniture mécanique qui provoque des fuites excessives.

Figure IV.12 Corrosion des circuits d'aspiration

La figure(IV.12) montre la corrosion des circuits d'aspiration, les particules corrosives vont être véhiculé par le fluide et provoquer l'usure érosive et abrasive.

D’après notre analyse les causes de défaillance de notre garniture mécanique sont :

- Corrosion
- Usure par érosion et abrasion
- Cavitation

IV.5.3.1.Corrosion :

Les joints d’étanchéité sont constitués de matériaux en élastomères, afin d’éviter la corrosion Tous les composants de la garniture mécanique, doivent être résistants à la corrosion. La corrosion dégrade les garnitures mécaniques, par l’arrachement des particules qui sont transportées par le fluide pompé, l’origine de ces particules est due à des pièces mécaniques non résistantes à la corrosion.

IV.5.3.2.Usure

Il existe plusieurs types d’usure, mais dans notre cas seulement deux types peuvent dégrader la garniture mécanique.

IV.5.3.2.1.Erosion

L'érosion est due à l'énergie cinétique des particules contenues dans le fluide pompée, qui frappant les surfaces à grande vitesse. Dans notre cas les particules proviennent soit de la corrosion des circuits d’aspiration qui sont fabriqués en acier au carbone, Ou bien de la non filtration du fluide à l’aspiration. Ces impureté sont transportées par le fluide pompé et s’intercalent entre les deux surface de contacts des grains d’étanchéité.

Cela crée des petits cratères par déformation plastique du matériau et aussi par effet de cisaillement, qui provoque une augmentation du jeu et augmente les fuites de la garniture. Quand l'angle d'impact est faible, le phénomène de coupe est important, la résistance du matériau dépend très étroitement de sa dureté. Si l’angle d’impact est grand, l'usure est due à la déformation des surfaces et le phénomène est beaucoup plus complexe.

IV.5.3.2.2.L’usure abrasive

L’usure abrasive est généralement engendrée par des particules soit par des débris écrouis emprisonnés à l’interface du contact entre les deux grains de la garniture. Une petite quantité de particules dures sur les faces de contact entraîne une usure abrasive à trois corps.

Dans ce cas, ces petites particules dures pourraient être entassées dans le joint d’étanchéité où ils agissent comme un outil de meulage sur la bague d’étanchéité. L’impureté entre les faces de contact entraîne un taux de fuite élevé.

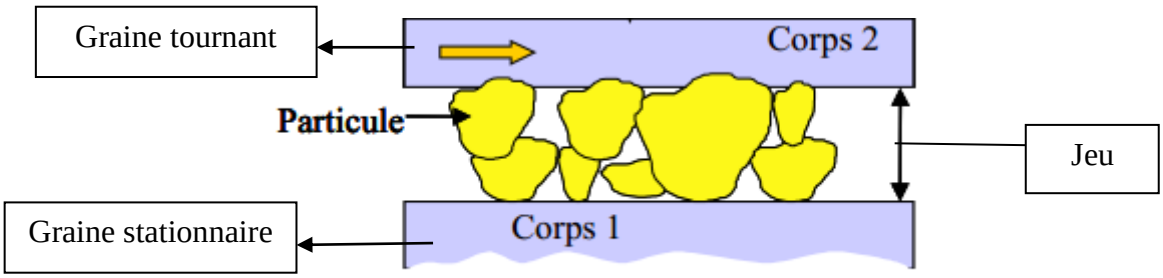


Figure IV.13 Abrasion à trois corps due aux particules abrasives

IV.5.3.3.La Cavitation :

Lorsque des liquides sont véhiculés, un phénomène de cavitation est possible dans les régions de basse pression (généralement vers l'orifice d'aspiration). Cela se manifeste par une vaporisation du liquide et donc une libération de gaz qui peuvent s'accumuler dans un point haut ou être entraînés par le liquide à travers l'équipement. Si ces gaz atteignent une région de pression plus forte, la partie condensable redevient liquide et le phénomène s'accompagne de variations de pression et de fréquences qui peuvent être très élevées. Par conséquent elle provoquent la détérioration des pièces mécanique.

IV.5.3.3.1.Étude du phénomène de cavitation dans le cas de l'eau

Dans notre cas le fluide pompé est l'eau, si on regarde l'évolution de ses états en fonction de la température.

A la pression atmosphérique:

- L'eau sous forme de glace chauffée atteint son point de fusion à 0°C; l'eau devient liquide.
- Si nous continuons à chauffer l'eau, toujours à la pression atmosphérique, elle passe à l'état de gaz par le phénomène d'ébullition à 100 °C. [13]

Cette évolution des différents états s'explique par le diagramme suivant qui montre que, indépendamment de la température et de la pression, un corps peut se retrouver sous la forme solide, liquide ou gazeuse :

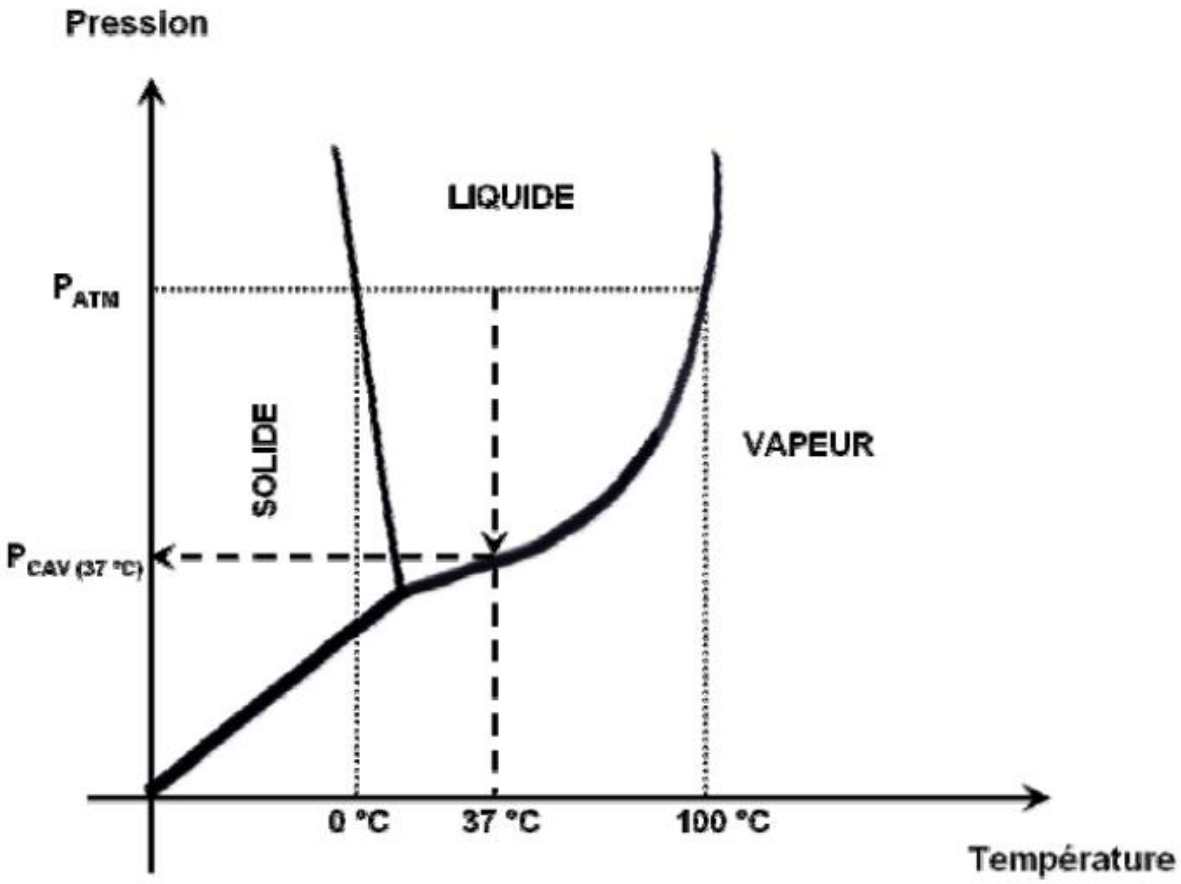


Figure IV.14 Cas de température constante, pression varie.[13]

A une certaine valeur de pression ($P_{Cavitation}$ (37 °C)), l'eau passe alors en phase gazeuse, à 37°C. Lorsque cette dépression amenant à la vaporisation du liquide est locale (discontinuité dans le milieu liquide), on parle alors du phénomène de cavitation, qui se manifeste par l'apparition de poche d'air et de bulles [13] .Ces bulles sont transportées dans les zones à plus haute pression, ensuite elle implose dès que la pression locale dans l'écoulement redevient supérieure à la pression de vapeur et frappent la surface de contact des grains stationnaire et tournant. Ces implosions produisent des ondes de choc et l'arrachement de matière, qui provoque la dégradation de la garniture mécanique.

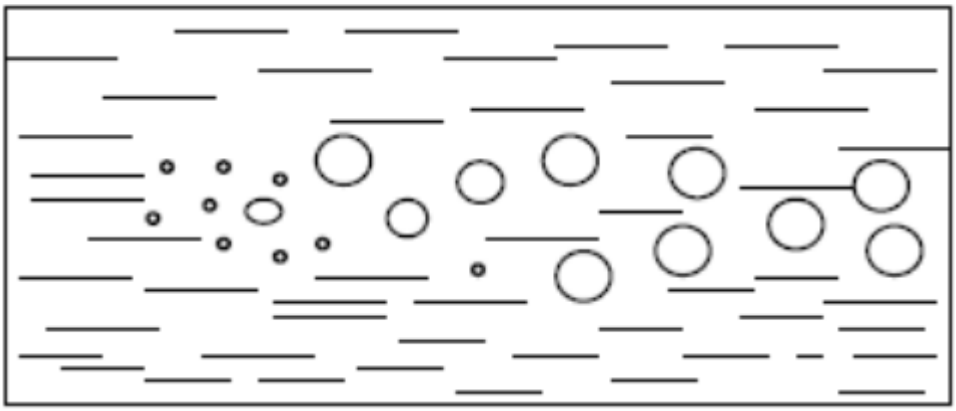


Figure IV.15 Formation de bulles de cavitation dans le milieu liquide [13]

Comme le montre la figure (IV.9) la formation de bulles de cavitation frappent les surfaces de contact de la garniture (grain stationnaire et le grain tournant). Et les conséquences de ce phénomène et l'arrachement de matière et l'augmentation du jeu, qui provoque des fuites excessives.

IV.6.Solution proposée :

Dans l'analyse des causes, nous avons constaté que l'usure érosive et abrasive ainsi que la cavitation, la corrosion et la non filtration de l'eau à l'aspiration sont responsables de la dégradation des garnitures mécanique et par conséquent des fuites constatées pour ces causes, nous proposons les solution suivantes :

a) Premièrement utiliser pour les circuits d'aspiration des matériaux inoxydable pour éviter la corrosion de la tuyauterie.

b) filtrer le fluide a l'aspiration afin d'éviter de véhiculer des particules étrangères par le fluide pour éliminer l'usure abrasive et érosive.

c) Différents remèdes peuvent être appliqués pour limiter les effets nuisibles de la cavitation. Il faut satisfaire la condition suivante :

La hauteur de charge nette absolue (NPSH) disponible dans l'installation > NPSH requise pour l'équipement.

Pour un fonctionnement sans cavitation Il est nécessaire d'avoir une grande différence entre ($NPSH_d$-NPSHr).

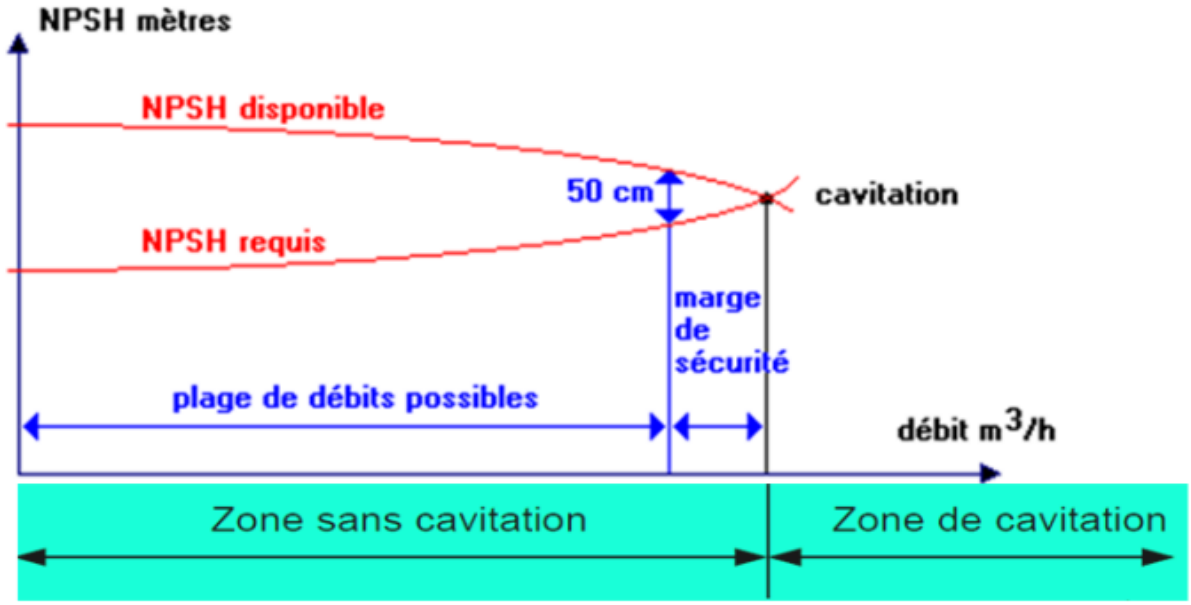


Figure (IV.16): Variation du NPSH requis et NPSH disponible

en fonction du débit de la pompe [13]

La figure (IV.10) montre qu' il est nécessaire de se réserver une marge de sécurité d'au moins 0,5 [m] et donc d'avoir : $NPSH_d$>NPSHr + 0,5. Dans notre cas cette condition et respectée

$NPSH_d$ = 68 m

$NPSH_r$ = 6.3 m

Avec :

NPSH: Charge totale nette à l'aspiration

$NPSH_d$: Il s'agit de la pression à l'aspiration et que l'utilisateur doit définir pour choisir correctement sa pompe.

NPSHr :C'est la valeur minimale de NPSH à partir de laquelle la pompe fonctionne sans cavitation, cette valeur sera donnée par le constructeur .

- Le fluide pompé est sale et plein de particules étrangères, cela crée des couches sur les parois des circuits d'aspiration qui provoque l'augmentation des pertes de charge. La pression à l'entrée de la pompe (Pa) est égale à la pression atmosphérique moins les pertes de charge dans la conduite d'aspiration. C'est la pression à l'inspiration est inférieure à la pression de saturation de l'eau, un phénomène de cavitation apparait.

Pour réduire ce phénomène on propose les solutions suivantes :

-Augmenter le diamètre des circuits d'aspiration

-Diminuer la longueur des circuits d'aspiration

-mettre un filtre avant le bassin, pour que l'eau soit filtrée à l'aspiration

Conclusion générale

Conclusion générale

Notre travail consiste à étudies le problème de défaillance de la garniture mécanique d'étanchéité d'une pompe centrifuge KSB au sein de complexe CEVITAL.

Nous avons étudié le fonctionnement du groupe électropompe, et analyser les différents paramètres agissant sur le fonctionnement optimal des garnitures mécaniques.

Dans un premier temps on a donné la description de la pompe, son installation et son montage, ainsi que l'alignement de la pompe et du moteur et enfin le système de lubrification du groupe électropompe.

Dans un second temps on a fait une analyse historique des pannes du groupe électropompe, et on a constaté que c'est les pannes au niveau des garnitures qui emporte la majeur partie avec 30.17%. Afin de bien cerner le problème on a donnée les paramètres de fonctionnement de la garniture ainsi que sa géométrie et les matériaux avec la quelle il est fabriquée.

On a répertorié plusieurs causes probables de défaillance des garnitures mécaniques, et afin de bien poser le problème On a opté pour l'utilisation du digramme d'ISHIKAWA.

Pour cela ces causes probables de défaillance au niveau de la garniture ont été classées selon les Cinq catégories suivantes : Machine, Main d'œuvre, Méthode, Matériel, Milieux. L'analyse de toutes les causes nous a permis d'éliminer les causes improbables pour diverses raisons et identifiée les causes probables qui sont la corrosion, l'usure et la cavitation. Enfin on a donné des solutions pour éliminer ou du moins réduire l'impact de ces trois causes de défaillance et assurer un fonctionnement normal de ce type de pompe et ainsi réduire les arrêts en augmentant la durée de vie de ces garnitures et en même temps économiser le fluide.

[1] AFNOR NFX 60-10

[2] AFNOR NFX 60-10

[3] CHEKKAL,I. BOUBEKAR.A : « Elaboration du plan de maintenance pour l'électropompe de chargement du SEA. LINE DE SONATRACH-Bejaia ».Mémoire d'ingénieur d'état en électromécanique. Université de Bejaia, 2009.

[4] FERHANE, F.KHALED, L : « Etude de la fiabilité des équipement critique de la raffinerie de sucre 3000 T CEVITAL Bejaia ». Mémoire de Master en Maintenance Industrielle. Université de Bejaia.2016.

[5] HENZE.R , « Catalogue du constructeur : Groupe électropompe K S B ». France. Documentation Fournie par CIVITAL.

[6] htt// www.googl.com/pompe centrifuge [Hydraulique pour le Génie des procédés] gpip.cnam.fr > 3grain-pompe centrifuge.. Consulté Mars 2017

[7] CHRISTOPHE .M : « Lubrification mixte dans les étanchéités dynamiques :application aux garnitures mécaniques d'étanchéité ».Thèse pour l'obtention du grade de Docteur .Université de Poitiers .2009.

[8] NOEL BRUNETIERE : « Etude théorique et expérimentale du comportement thermo hydrodynamique des garnitures d'étanchéité ». Pour l'obtention du grade de docteur. Université de Poitiers.2001.

[9] Googl htt//www.wilo.fr/fileadmin/fr/downloads/brachures/wilo-guide-industrie. Consulté Mars 2017.

[10] ATTIL,H.SAOULI,M : « Etude et diagnostique des pannes de la garniture V73-108 d'une pompe booster,Guinard VB 1150-25 ».DRG Bejaia. Université de Bejaia.2003.

[11] BRACHOUCHE, D. MEBAREKI,N : « Modélisation et simulation d'une garniture mécanique.(Analyse de l'évolution des faces en contact)».Mémoire master Université de Bejaia.2010.

[12]R. BELHADAF : « Analyse et optimisation du frottement dans les garnitures mécanique d'étanchéité » , Mémoire Magister M'HAMED BOUGUERRA BOUMERDES.2002.

[13] K. Slimane S. Laid « Investigation expérimentale du phénomène de cavitation dans les pompes », Mémoire de Master en Génie Mécanique .Université Kasdi Merbah-Ouqrgla.

[14] EUREKA Industries. Pompe centrifuge .