

II.1. INTRODUCTION

Peut-être, la pompe est la deuxième type de machines la plus utilisée, après le moteur électrique. Les pompes et les ventilateurs consomment environ le quart de l'énergie électrique générée sur la terre.

Les pompes centrifuges sont des équipements qui doivent pouvoir fonctionner longtemps et de façon fiable afin d'amortir les coûts d'investissement. Les actions de maintenance préventives réduisent les risques de panne et augmentent la durée de vie et la fiabilité des équipements.

II.2.L'HISTORIQUE DES POMPES

Peut être la première pompe que l'homme avait connue est la pompe spirale entraîné par animal, type de pompe utilisé pour lever l'eau pour irriguer la terre. Inventée par les égyptiens depuis l'aube de l'histoire et elle est toujours en service dans certains endroits en Egypte aujourd'hui.

Les pharaoniques ont aussi inventé les turbines à vent, et les ont utilisés pour entraîner les norias et les moulins. Les perses anciens ont inventé les turbines hydrauliques qui utilisaient l'énergie de l'eau pour entraîner les norias.

Les musulmans ont fait une autre contribution majeure, la pompe à pistons. Ils ont complété leur invention par le vilebrequin, qui est un mécanisme de conversion de mouvement alternatif en rotatif et vice versa. C'est la pompe à pistons qui a ouvert la voie vers les technologies de circuits hydrauliques que les musulmans ont connus et étendait même aux circuits logiques, automatisation, contrôle de séquence voir robotiques.

Les musulmans ont inventé l'horloge à eau, une invention attribuée mille ans après à un français. Une horloge à eau existe aujourd'hui à la rue de champs Elysées portant le nom de son (innovateur) français. [8]

II.3. GENERALITES SUR LES POMPES

1°. Définition :

Les pompes sont des appareils permettant un transfert d'énergie entre le fluide et un dispositif mécanique convenable. Suivant les conditions d'utilisation, ces machines communiquent au fluide soit principalement de l'énergie potentielle par accroissement de la pression en aval, soit principalement de l'énergie cinétique par la mise en mouvement du fluide. [5]

L'énergie requise pour faire fonctionner ces machines dépend donc des nombreux facteurs rencontrés dans l'étude des écoulements :

Chapitre II : Généralité et description d'une motopompe centrifuge

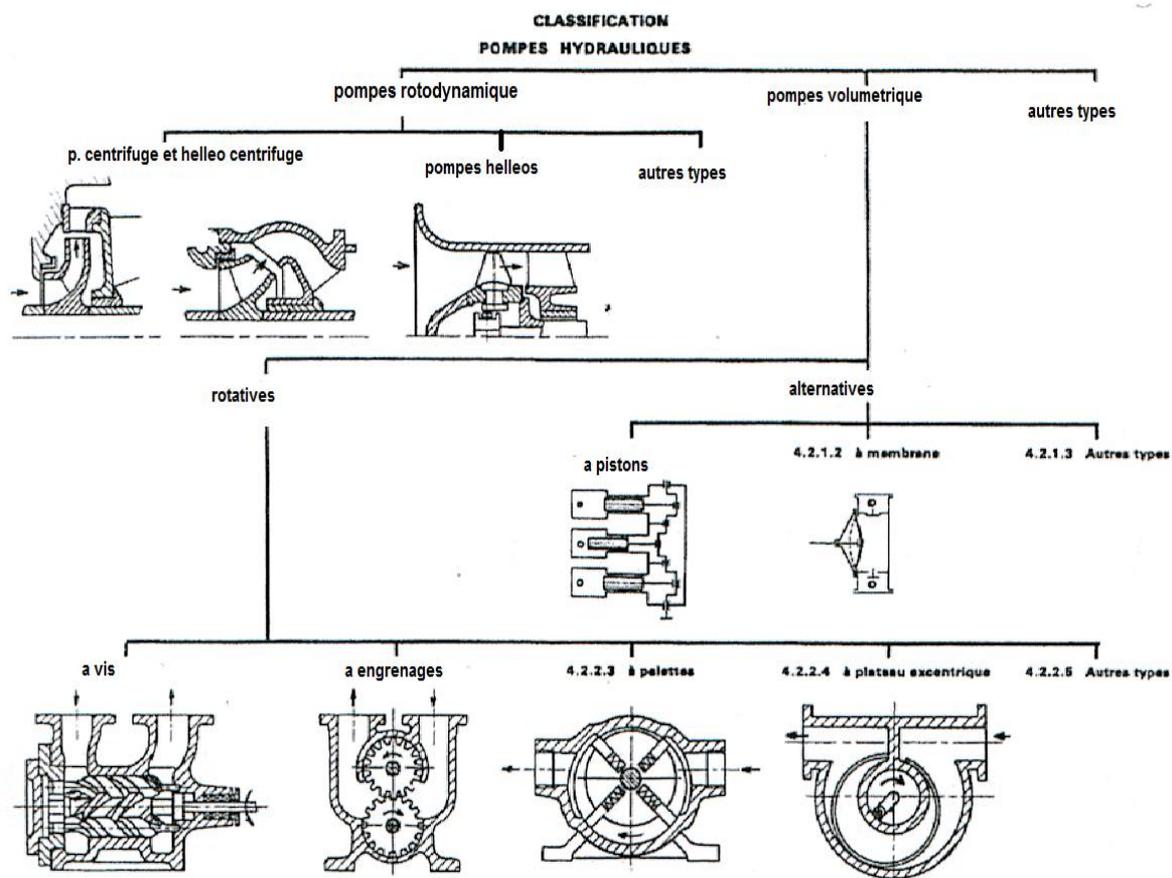
- **Les propriétés du fluide** : masse volumique, viscosité, compressibilité ;
- **Les caractéristiques de l'installation** : longueur, diamètre, rugosité, singularités ;
- **Les caractéristiques de l'écoulement** : vitesse, débit, hauteur d'élévation, pression ;

Devant la grande diversité de situations possibles, on trouve un grand nombre de machines que l'on peut classer en deux grands groupes.

2°. Les différents types de pompes

Il existe différentes pompes qui peuvent se classer en deux grandes familles :

- Pompes volumétriques ;
- Pompes centrifuges.



2.2° Pompe centrifuge

Les pompes centrifuges sont composées d'une roue à aubes qui tourne autour de son axe, d'un Stator constitué au centre d'un distributeur qui dirige le fluide de manière adéquate à l'entrée de la roue, et d'un collecteur en forme de spirale disposé en sortie de la roue appelé volute.

Le fluide arrivant par l'ouïe est dirigé vers la roue en rotation qui sous l'effet de la force centrifuge lui communique de l'énergie cinétique. Cette énergie cinétique est transformée en énergie de pression dans la volute.

Chapitre II : Généralité et description d'une motopompe centrifuge

Un diffuseur à la périphérie de la roue permet d'optimiser le flux sortant est ainsi de limiter les pertes d'énergie.

II.4.CLASSIFICATION DES POMPES CENTRIFUGES

La classification des pompes centrifuges est basée sur la forme de la trajectoire du liquide à l'intérieur du rotor mais aussi la variété des types de pompes centrifuges qui existe dans l'industrie nous oblige d'établir une classification, dont les critères les plus souvent utilisés sont :

1°.La disposition de l'axe :

- axe horizontal ;
- axe vertical ;
- axe incliné.

2°.Le nombre d'étage :

- un seul étage. (Monocellulaire) ;
- plusieurs étages. (Multicellulaire).

3°.Le type de récupérateur :

- pompe avec diffuseurs ;
- pompes avec ailettes ;
- pompes avec volutes.

4°.L'importance de la pression engendrée :

- pompe à basse pression ;
- pompe à moyenne pression ;
- pompe à haute pression.

5°.Les moyens d'entraînement :

- entraînement par courroie ;
- entraînement par engrenage ;
- entraînement par accouplement direct.

6°.La forme de la roue :

- roue à simple aspiration ou double aspiration.

7°.La destination :

- pompe à eau ;
- pompe à acide ;

- Pompe à liquide chargé.

8°.La force motrice utilisée :

- moteur électrique ;
- moteur diesel.

II.5. DESCRIPTION D'UNE POMPE CENTRIFUGE

Les pompes centrifuges sont le type de pompe le plus utilisable dans le domaine industrielle .Leur fonction est d'assurer le débit de liquide souhaité par l'exploitant mais dans des conditions de pression imposées par les procédés et les applications, avec des contraintes particulières à l'installation, l'environnement, la fiabilité, la sûreté, etc.

La pompe centrifuge la plus simple est la pompe monocellulaire à roue en porte à faux comme représentée sur la figure (II-1).

Les pompes centrifuges sont destinées à véhiculer les liquides à un débit de refoulement important avec une faible pression comparativement aux pompes volumétriques.[5]

Les principales composantes des pompes centrifuges sont les suivant :

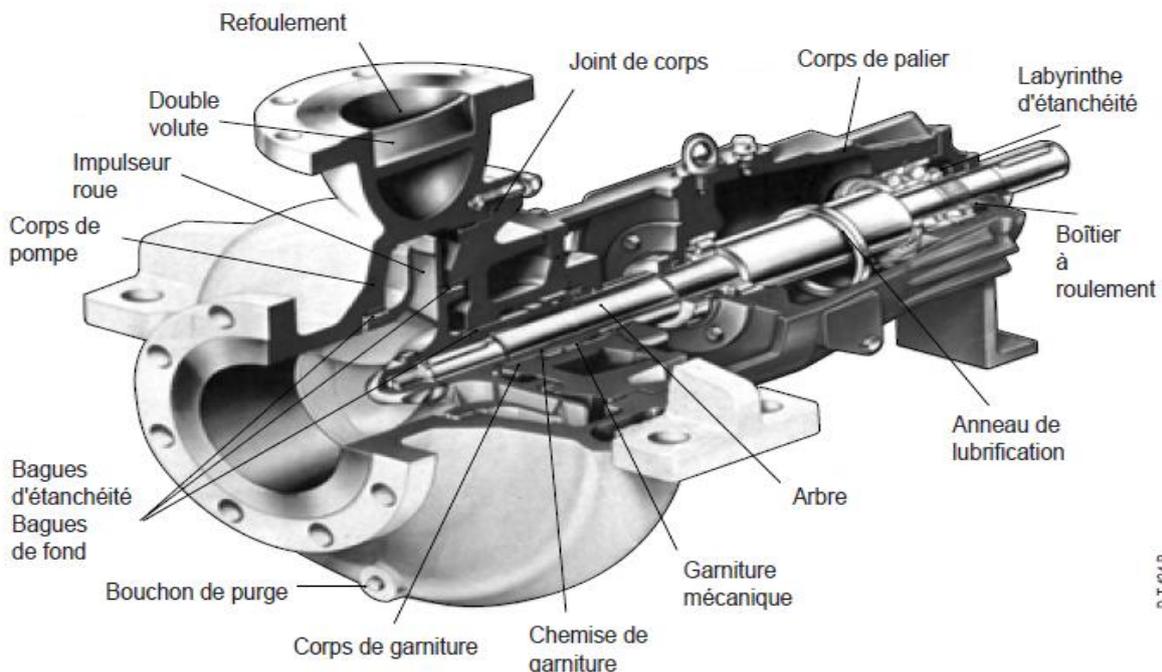


FIGURE II-1 : POMPE CENTRIFUGE MONOCELLULAIRE EN PORTE A FAUX

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'impulseur, il se réduit à une simple tuyauterie pour les pompes monocellulaires.

Chapitre II : Généralité et description d'une motopompe centrifuge

2°.L'impulser (la roue) :

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'impulser se compose de le 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 de la roue et la canalisé vers la section de sortie de la pompe avec la vitesse désirée. Le récupérateur se compose en général de deux 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.

II.6. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UNE POMPE CENTRIFUGE

On peut décomposer le fonctionnement en deux étapes :

1°.L'aspiration :

Le liquide est aspiré au centre de la roue par une ouverture appelée distributeur dont le rôle est de conduire le fluide depuis la conduite d'aspiration jusqu'à la section d'entrée de la roue.

La pompe étant amorcée, c'est à dire pleine de liquide, la vitesse du fluide qui entre dans la roue augmente et par conséquent la pression dans l'ouïe diminue et engendre ainsi une aspiration et maintient l'amorçage.

2°.Le refoulement :

La roue transforme l'énergie mécanique appliquée à l'arbre de la machine en énergie cinétique.

À la sortie de la roue, le fluide se trouve projeté dans la volute dont le but est de collecter le fluide et de le ramener dans la section de sortie.

La section offerte au liquide étant de plus en plus grande, son énergie cinétique se transforme en énergie de pression. [5].

II.7. AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES POMPES CENTRIFUGES

1°. Avantage :

- Faible encombrement ;
- Bruit négligeable ;
- Simplicité de construction ;

Chapitre II : Généralité et description d'une motopompe centrifuge

- Régularité dans le fonctionnement ;
- Aptitude au fonctionnement à grande vitesse, donc l'accouplement peut se faire directement avec des moteurs électriques ou des moteurs diesels.

2°. Inconvénients :

- A faible débit et aux grandes hauteurs de refoulement, le rendement diminue ;
- Phénomène de cavitation en cas de fuite d'air dans la conduite d'aspiration ;
- Diminution de la hauteur de refoulement en cas de fuite d'air dans la conduite d'aspiration.

II.8. DESCRIPTION DE GROUPE MOTOPOMPE VERTICAL

Il s'agit de groupe moto-pompe disposés selon un axe vertical et comportant ou non une ligne d'arbre, le moteur étant monté soit sur un socle, soit sur une lanterne support.

On distingue quatre types de montage :

- pompe monobloc ;
- pompe verticale à accouplement ;
- pompe verticale suspendue.

Pompe verticale à deux plans de pose, l'un pour le moteur, l'autre pour la pompe avec transmission par cardan. [9].

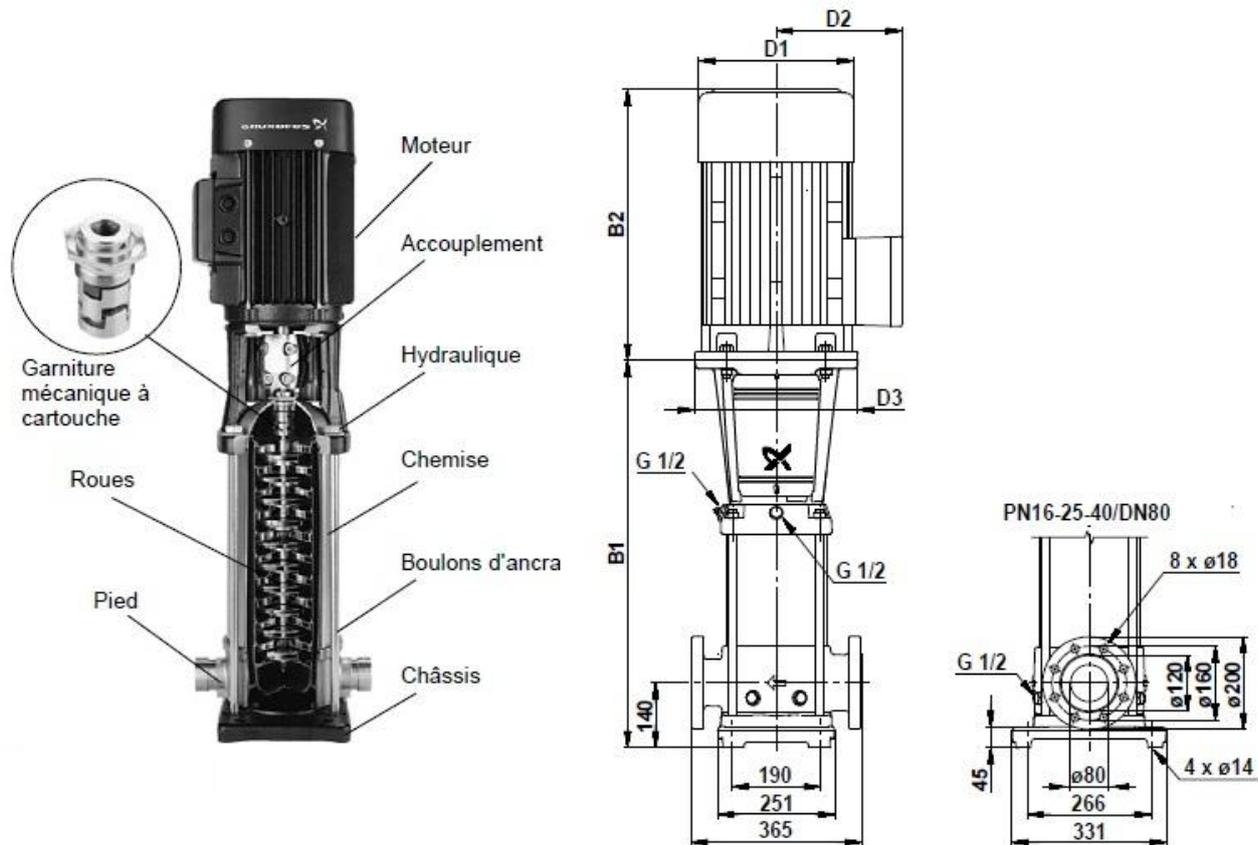


FIGURE II-2 : DESCRIPTION DE GROUPE MOTO-POMPE CENTRIFUGE

1°. Roues de pompe

Les pompes centrifuges comportent les organes essentiels suivants :

- **la roue** met en vitesse le liquide arrivant par son ouïe centrale.
- **la volute** transforme l'énergie de vitesse en énergie de pression.

Les formes de roue sont réalisées essentiellement en fonction des caractéristiques hydrauliques à satisfaire. Par ordre décroissant de pression générée à puissance égale, elles peuvent être du type :

- à écoulement radial : roue centrifuge ;
- à écoulement semi-axial : hélico-centrifuge ;
- à écoulement axial : roue hélice.

A noter que les roues centrifuges et hélico-centrifuges peuvent être à simple ou à double ouïe d'aspiration.

Pour les liquides propres, les pompes centrifuges sont équipées de roues, évoluant depuis la ROUE RADIALE (pour les petits et moyens débits, et fortes hauteurs de refoulement), puis par la ROUE SEMI-AXIALE (pour les grands débits et moyennes, et fortes hauteurs de refoulement) et enfin par la ROUE AXIALE (pour les grands débits et faibles hauteurs de refoulement) [10].

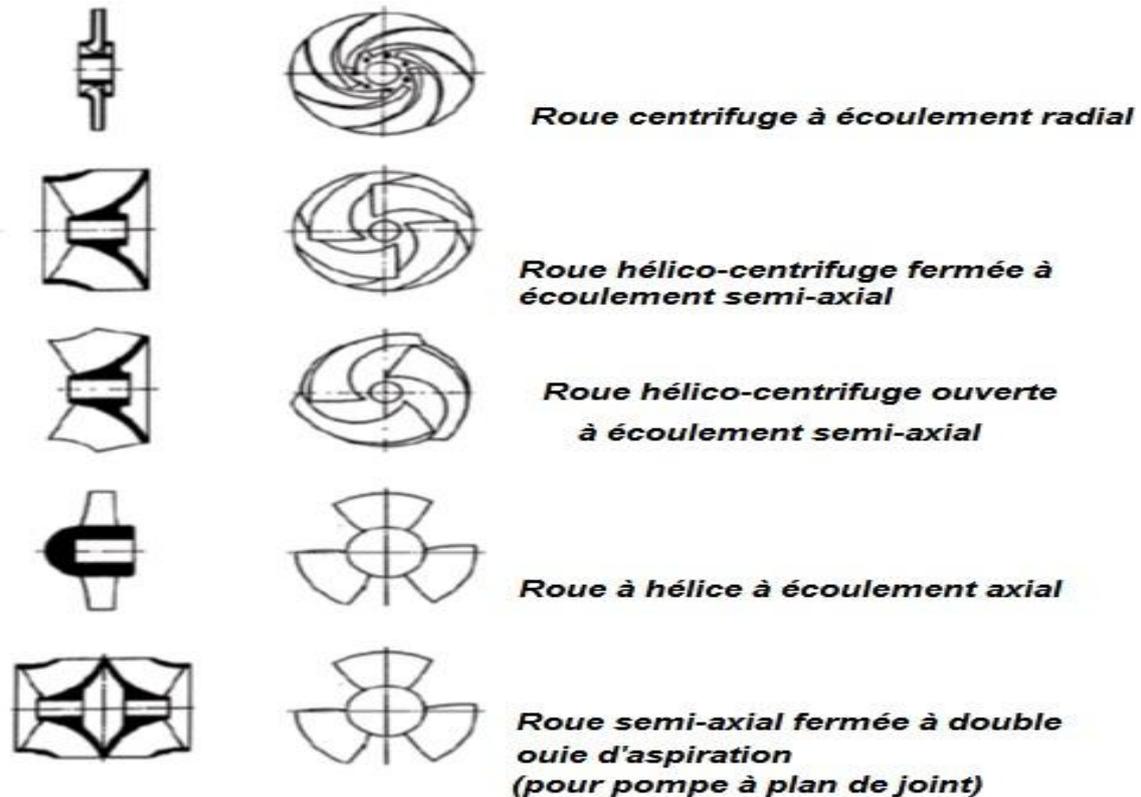


FIGURE II-3: TYPE DES ROUES DE POMPE POUR LIQUIDE PROPRE

II.9. ETUDE TECHNIQUE DE LA POMPE

1°. Description et rôle de la pompe

La pompe d'expédition **GRUNDFOS -CRN 45** est une pompe centrifuge multicellulaires a seul aspiration, qui travaille à la vertical son rôle et d'aspirer l'eau des réservoirs pour augmenter sa débit, et l'expédier vers l'unité de stockage .zone de production à travers un pipe de 150 mm de diamètre, de Débit maxi de 95 m³/h.

Les deux (2) pompes à turbine verticale à vitesse fixe assurent l'alimentation normale. Une seule des pompes est toujours en fonction.

2°. Les composants principaux de la pompe :

1. Corps de la pompe :

Les limites d'utilisation de la pompe en pression et en température dépendent du matériau utilisé pour la construction de la pompe et des brides.

Le corps de la pompe possède une aspiration axiale centrée et un refoulement horizontal tangentiel. Cette disposition permet son dégazage naturel.

Chapitre II : Généralité et description d'une motopompe centrifuge

L'épaisseur de corps de la pompe est définie pour supporter les contraintes liées à la pression hydrostatique maximum ; sachant qu'une épaisseur supplémentaire de 3 mm est prévue pour tenir compte de la corrosion chimique.

2. Palier :

Le palier est raccordé à la pompe par une interne. à l'intérieur sont montés des roulements qui supportent l'arbre, et garantissent un guidage axial, radial ainsi qu'une stabilité mécanique.

Les roulements sont lubrifiés à l'huile, les brides de roulement étant équipées de bagues à lèvre.

3. Roue :

La roue est de type fermée, moulée en une seule pièce. Elle est équilibrée statiquement et dynamiquement ; la poussée axiale est compensée par des trous d'équilibrage et par des joints hydrauliques situés à l'avant et à l'arrière de la roue.



FIGURE II-4 : ROUE DE POMPE CENTRIFUGE

4. Arbre :

L'arbre, dont les caractéristiques mécaniques ont été définies avec attention, est guidé par des roulements à billes lubrifiés à l'huile ; le roulement arrière, quant à lui, supporte les charges axiales et radiales dans les deux sens.

5. Roulement :

La pompe est équipée de roulement à billes et rouleaux qui sont sélectionnés en fonction des applications. Ils sont lubrifiés à l'huile.

6. Garniture mécanique :

La garniture mécanique est un système qui évite les fuites vers l'extérieur de la pompe au droit du passage de l'arbre.

Des fuites initiales possibles doivent normalement s'arrêter après une première période de fonctionnement aux conditions de service.

Si la fuite a tendance à augmenter au lieu de diminuer, arrêtez la pompe et recherchez avec attention la raison qui a provoqué ce problème avant de redémarrer la pompe. [10]

➤ Caractéristiques des pompes

Marque : GRUNDFOS -CRN 45

Type : à turbines verticales

Modèle : TM01 1752 3203

Nombre d'étages : 3

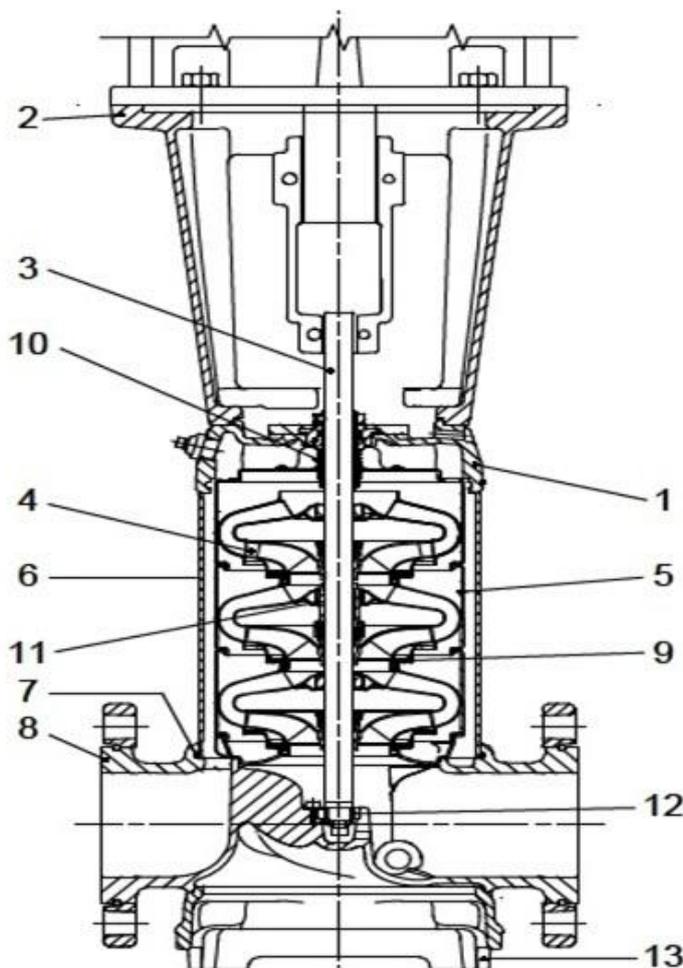
➤ **Caractéristiques des moteurs**

Marque : Inventer Duty

Puissance : 51,5 kW (40 HP)

Vitesse : 1 770 tr /min

Alimentation : 400 V / 3 phases / 50 Hz



Pos.	Désignation
1	Hydraulique
2	Lanterne du moteur
3	Arbre
4	Roue
5	Chambre
6	Chemise
7	Joint torique pour chemise
8	Pied
9	Collerette
10	Garniture mécanique
11	Bague de roulement
12	Bague de roulement inférieure
13	Châssis

FIGURE II-5 : POMPE GRUNDFOS CRN-45

Chapitre II : Généralité et description d'une motopompe centrifuge

2°. Le principe de fonctionnement

Son principe de fonctionnement consiste à ce que le moteur électrique d'une puissance de (51.5kW) et alimentée en tension triphasée de (400v).

Fait tourner le rotor de la pompe sur le quel est monté un impulsor conçu pour aspirer le fluide à travers le canal d'aspiration et refouler dans un seul canal de refoulement.

Le fonctionnement des pompes est contrôlé par l'automate qui cherche à maintenir un débit fixe même si la pression varie. De cette façon, si le débit fourni par les pompes est trop élevée, l'automate va arrêter l'une des pompes. Inversement, lorsque le débit baisse trop, l'automate va commander un démarrage des deux pompes.

De plus, pour stabiliser le débit, on retrouve, en aval de la pompe, la vanne VCP-301 qui est réglée pour réduire le débit.

L'arrangement permet ainsi de fournir un débit constant tout en réduisant le pompage.

Chacune des deux sections du réservoir loge une pompe à turbine verticale à vitesse variable. Le niveau de submersion de la pompe doit être supérieur à 280 mm au-dessus de la crépine (correspondant à l'élévation 27,830 m dans le réservoir). À cette fin, la flotte de bas niveau doit donc toujours être maintenue à l'élévation 27,830 m. Si le niveau baisse en dessous de cette valeur, la pompe va cavité, ce qui va entraîner des vibrations, des problèmes de joints et, éventuellement, des dommages au rotor.

Pour la conception d'un nouveau réservoir, il est toujours préférable de prévoir un puits de pompage pour installer la crépine de chaque pompe. De cette façon, le volume requis pour la submersion de chaque pompe peut être réduit considérablement [10].

II.10. CONCLUSION

Dans ce chapitre nous avons vu les caractéristiques de cette motopompe, Par la description générale de la pompe centrifuge et spécialement la pompe GRNUDFOS_CRN 45 et aussi son rôle dans le procès.