



MATIERE : POMPES ET STATIONS DE POMPAGES
Charge de la matière : BOUGUERNE Ammar

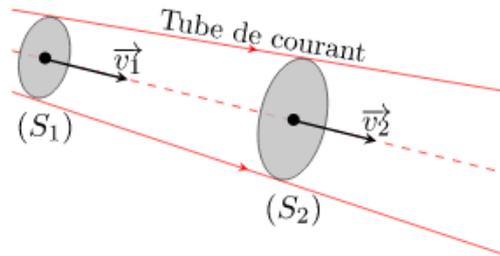
Cours destiné aux étudiants de la 3ème année licence hydraulique
Département de l'Hydraulique
Faculté de technologie
Université Batna 2

Chapitre 1. Notions générales. Définitions et classification des pompes

I. Notions générales

1.1. Équation de continuité

L'équation de continuité résulte du principe de la conservation de masse pour un écoulement permanent. La masse du fluide traversant toute la section droite d'un tube de courant par unité de temps est la même. S_1 Et s_2 : sont des sections terminales, p_1 et p_2 : masses volumiques en sections 1 et 2.



$$v_1 \cdot s_1 \cdot dt = v_2 \cdot s_2 \cdot dt = \dots \dots \dots v_n \cdot s_n \cdot dt$$

La conservation de masse c'est-à-dire que $m_1 = m_2 = \dots \dots \dots m_n = \text{constante}$
 Ainsi pour un liquide incompressible $\dots \dots \dots = 0$, c'est à dire $p_1 = p_2 = \dots \dots \dots p_n = \text{constante}$

$$\text{Ou } s_1 \cdot v_1 = s_2 \cdot v_2 = \dots \dots \dots s_n \cdot v_n = Q \left(\frac{m^3}{s} \right) \text{ ou } \left(\frac{l^3}{s} \right)$$

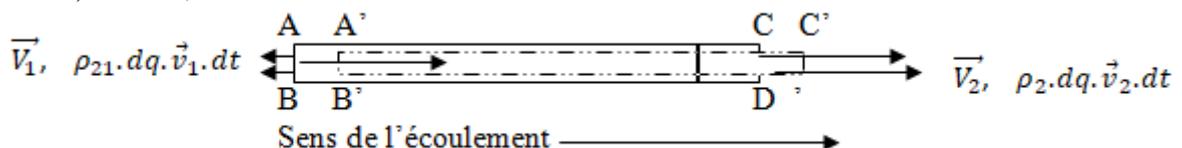
$$S_1 \cdot V_1 = S_2 \cdot V_2 = Q : \text{Équation de continuité.}$$

1.2. Écoulement permanent

L'écoulement est permanent en tous points ou la vitesse des particules fluides est la même ainsi la vitesse est constante par rapport au temps ; mais elle peut être différente en tous points ou variée avec la distance : $\frac{\partial v}{\partial t} = 0$ et $\frac{\partial v}{\partial x} \neq 0$. De cette proposition on déduit que d'autres variables relatives aux fluides ne varient pas avec le temps $\frac{\partial P}{\partial t} = 0$ et $\frac{\partial \phi P}{\partial t} = 0$

1.3. Théorème des quantités de mouvement ou théorème d'EULER

Considérons au temps t, une masse liquide en mouvement permanent, un filet liquide (tube de courant) ABCD, limité à ses deux extrémités terminales.



Le théorème des quantités de mouvement appliqué à la masse liquide contenue à l'intérieur de ce filet liquide exprime que la dérivée par rapport au temps de la somme des quantités de mouvement de cette masse liquide est égale à la somme des forces extérieures qui lui sont appliquées.

$$\sum_1^n m_i \vec{V}_i = \sum_1^m \vec{F}_{iext}, \text{ quelque soit } n \text{ et } m$$

Est la variation infiniment petite de la quantité de mouvement de la masse liquide ABCD pendant l'intervalle de temps dt qui suit t .

à t : la masse liquide est m (ABCD) et à $t+\Delta t$ la masse liquide m' (A'B'C'D') le volume ABA'B' est égale au volume CDC'D',

Volume (ABA'B') = Volume (CDC'D') = $dq \cdot dt$, dq : débit élémentaire

$\rho_1 = \rho_2 = \text{constante}$ car le fluide est incompressible.

dq : est constant puisque l'écoulement étant permanent ; la quantité de mouvement de la partie commune A'B'CD n'a pas changé, et la variation de la quantité de mouvement de la masse liquide considéré est égale à la la différence des quantités de mouvement de la masse liquide CDC'D' ($\rho_2 \cdot dq \cdot v_2 \cdot dt$). La quantité de mouvement de la masse liquide ABA'B' ($\rho_1 \cdot dq \cdot v_1 \cdot dt$).

✓ La quantité de mouvement ABA'B' est $m_1 \vec{V}_1 = \rho_1 \vec{V}_1 dq \cdot d$

✓ La quantité de mouvement CDC'D' est $m_2 \vec{V}_2 = \rho_2 \vec{V}_2 dq \cdot d$

Comme $p_1 = p_2 = p$ alors $d \sum_1^n m_i v_i = m_2 v_2 - m_1 v_1 = p dq dt (\vec{V}_2 - \vec{V}_1) = \sum_1^m \vec{F}_{iext}$

$$\frac{d}{dt} \sum_1^n m_i \vec{V}_i = \sum_1^m \vec{F}_{iext}$$

Théorème d'EULER

4. Généralités (Machines Hydrauliques)

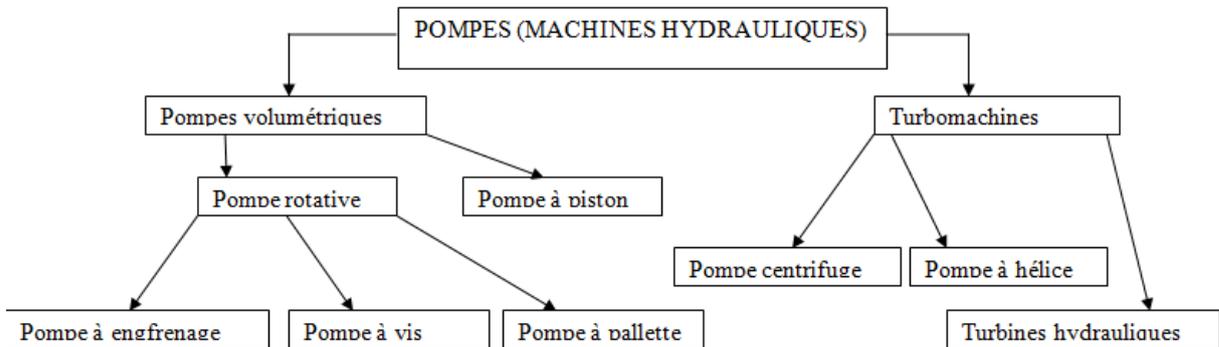
Les outils essentiels des machines hydrauliques sont basés sur l'état des principes de l'impulsion et de la quantité de mouvement des rotations et translations des masses de fluides et des lois de similitudes. Les turbines hydrauliques et les pompes centrifuges modernes sont des machines de grand rendement ayant des caractéristiques peut différentes les unes des autres. Pour chaque appareil, il y'a un rapport définit entre ces caractéristiques qui sont les suivants :

- Vitesse de rotation N (tr/min)
- Débit pompé (m^3/s)
- Diamètre de la roue D (mm)
- Hauteur d'élévation H ou hauteur manométrique totale H_{mt} (m)
- Puissance utile P_u (Watts) = $w \cdot Q \cdot H_{mt}$

P (Kwatts), W poids spécifiques de l'eau, Q : débit pompé en (m^3/s) et H_{mt} : Hauteur manométrique totale en (m)

- Puissance absorbée ou puissance du moteur $P_a = \frac{P_u}{\eta_o}$ (Kw)

Les pompes sont des machines hydrauliques qui servent à déplacer les liquides (ou les pompes sont destinés à faire circuler le liquide). Toutes les pompes sont divisées en deux classes principales TURBOMACHINES ET POMPES VOLUMÉTRIQUES selon le schéma suivant :



Les pompes centrifuges à hélice et mixtes effectuent un travail continu transmettent au fluide augmentant son énergie mécanique. Les turbines (FRANCIS et KAPLAN). PELETON exploitent l'énergie du fluide en le convertissant en force électromotrice. L'accouplement fluide et le convertisseur composé d'une turbine montée sur un axe utilise le fluide pour transmettre une puissance sans avoir recours à un engrenage,. La construction d'une turbomachine nécessite :

- L'utilisation de la théorie,
- Le recours à l'expérimentation.

II. Définitions et classifications

1. Définition

Les machines hydrauliques servent à transformer l'énergie d'un fluide incompressible en énergie mécanique ou réciproquement ou celle transformant l'énergie mécanique d'entraînement en énergie hydraulique. La première catégorie de machine hydraulique appelée TURBINE ou MACHINE RECEPTRICE, la seconde catégorie est appelée pompe ou MACHINE GENERATRICE ainsi que les ventilateurs, compresseurs etc.....

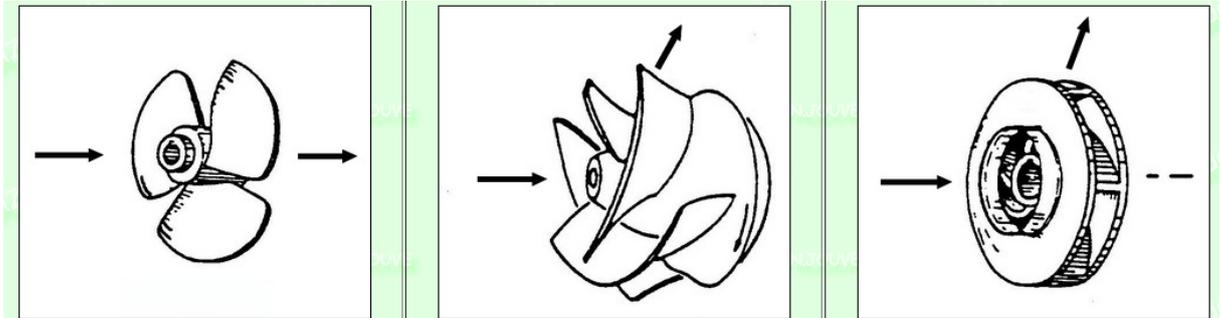
2. Classifications des machines hydrauliques

Une pompe (machine) est construite pour répondre à des conditions précises de fonctionnement. Elever un débit Q à une hauteur H .

Les pompes sont classées selon :

- a. La nature du fluide (fluide incompressible ou compressible)
- b. La fonction de la machine (pompe ou turbine)
- c. Trajet du fluide par rapport à l'axe de rotation :

Cette classification repose sur la direction du courant liquide à l'intérieur, on dit que l'écoulement est radial la ou la composante de la vitesse est radiale (MACHINE RADIALE). Chaque ligne se trouve perpendiculaire à l'axe de la roue de façon analogue on dit que la pompe est axiale quant on se trouve en présence d'un écoulement qui est parallèle à l'axe du rotor (roue ou hélice ou rotor ou étage). Pour les pompes mixtes ou hélico-centrifuges ; le courant possède trois composantes ; circonférentielles, radiale et axiale.



Roue axiale ou hélice

Roue hélico centrifuge

Roue Radiale ou centrifuge

- d. Le mode d'action du fluide : Selon l'action du fluide on distingue ; des machines à « **action** » et des machines à « **réaction** »
- e. Le degré d'injection : une machine a injection totale ou partielle, quant tous les canaux ou certains d'entre eux seulement sont remplis de fluide actif.
- f. Le nombre de roue : les pompes sont classées selon le nombre de roue d'une ou plus

f1. Pompe monocellulaire (un seule étage ou une seule roue): Les pompes monocellulaires sont utilisées pour des pressions moyennes de (15 à 80) m pour un débit considérable ; ce sont des pompes à une seule roue. L'écoulement dans ces pompes s'effectue radialement, leur vitesse spécifique est approximativement comprise entre 20 à 100. En conséquence ces pompes conviendront pour le relèvement de gros débits à faibles hauteurs. Quant il s'agit d'élever de gros débits à des hauteurs grandes et moyennes ; il est nécessaire de faire appelle aux pompes à double entrée.

Parmi les avantages des pompes monocellulaires on cite :

- ✓ Bon équilibrage,
- ✓ Aspiration d'ordre de 9 m,

f2. Pompe multicellulaire

C'est l'ensemble des roues intermédiaires en série contenu dans un seul corps sous un volume réduit, l'eau qui sort du diffuseur de la première roue est ramené par canal de rotor à l'œillard de la roue suivante. Les pompes multicellulaires sont utilisés quant les hauteurs de relèvement sont assez importante et que pour des raisons de fabrication des pompes monocellulaires sont volumineuses ; la hauteur d'élévation augmente à chaque fois qu'on augmente le nombre d'impulseur. La hauteur augment avec l'augmentation du nombre de roue r , la hauteur revenant à chaque roue et $h = H/r$ et le débit est le même pour chaque impulseur (roue). Les pompes multicellulaires refoulent à des considérables pouvant atteindre des centaines de mètres.

3. Constitution d'une pompe centrifuge

3.1. Définition

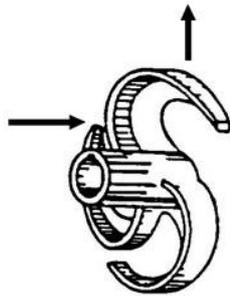
Au sens large du terme des pompes centrifuges ou turbomachines se sont des machines dont la pièce essentielle est la roue portant des aubes. L'écoulement du fluide sur ces aubes provoque l'échange d'énergie entre la veine fluide et l'arbre de la machine.

3.2. Constitution d'une pompe

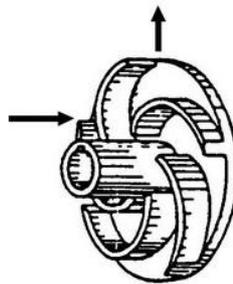
Les pompes sont constituées par les organes suivants :

3.2.1. Organe mobile : (ROUE)

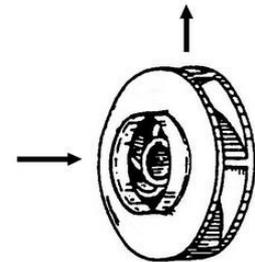
La roue est l'élément essentiel de la pompe muni d'aubes fixes à un ou deux cotés à des disques tournant à l'intérieur du corps de pompe, on distingue trois sortes de rotor



Roue ouverte



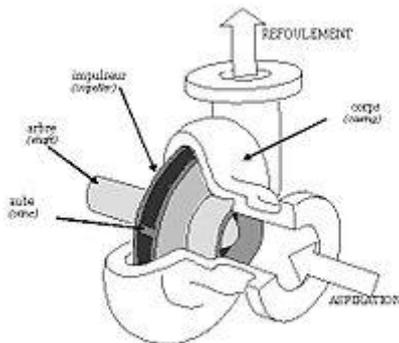
Roue semi-ouverte



Roue Fermée

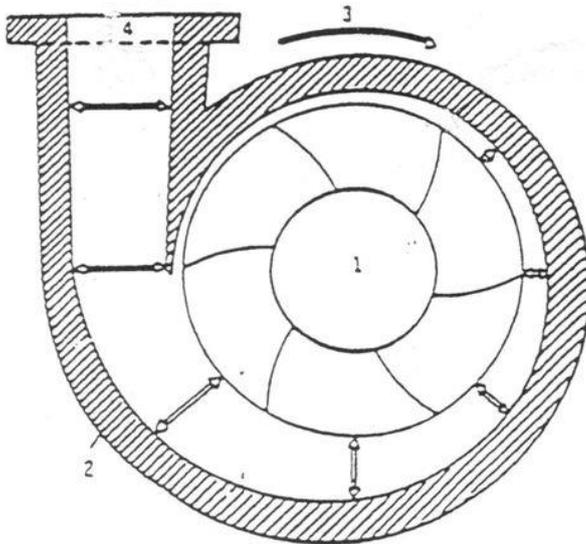
3.2.2. Organe fixe

Il est constitué d'un distributeur qui sert à conduire vers le cône divergent avec une vitesse



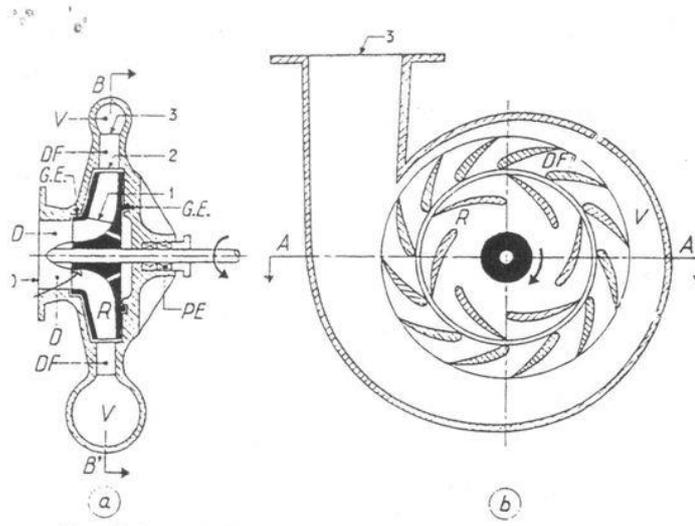
Ces machines comprennent donc :

- un distributeur (arrivée du liquide)
- l'ouïe d'aspiration
- le corps de la pompe ou volute
- le refoulement qui va s'élargir
- l'ouïe de refoulement



POMPE CENTRIFUGE
(Poussées radiales)

- 1 - Impulseur (ouïe d'aspiration)
- 2 - Volute. Corps de pompe
- 3 - Sens de rotation de l'impulseur
- 4 - Brise de refoulement



- | | | | |
|----|------------------------|------|------------------------|
| D | distributeur (0-1) | V | volute (3) |
| R | rotor (1-2) | G.E. | garniture d'étanchéité |
| DF | diffuseur aileté (2-3) | PE | presse-étoupe |
| ⊙ | coupe axiale AA' | ⊕ | coupe transversale BB' |

— Pompe centrifuge monocellulaire (coupees).