

La pompe hydraulique :

-Généralités :

Rôle de la pompe dans un système hydraulique :

La pompe est destinée à transformer une énergie mécanique fournie par un moteur, en énergie hydraulique. Son rôle se limite à aspirer l'huile de réservoir et de la refouler. La pompe fournit un débit. Elle est donc un générateur de débit.

Les caractéristiques générales d'une pompe:

Une pompe se caractérise par :

- son débit
- sa cylindrée
- son rendement
- Son sens de rotation
- Sa vitesse de rotation

a- Débit :

C'est le volume d'huile que la pompe peut fournir pendant l'unité de temps pour une vitesse de rotation établie.

Q : débit, en litres /minute (l/min)

b- Cylindrée :

Elle correspond au volume d'huile théorique débitée par tour en cm³ ou en litre. Donc le débit Q correspond à la cylindrée par la vitesse de rotation.

$Q = \text{Cyl} \cdot N$ Avec Q : débit, en litres /minute (l/min) ;

Cyl : Cylindrée, en litres (l/tr) ou en cm³/tr ;

N : vitesse de rotation, en tours /minute (tr/min).

c- Rendements :

- **La puissance hydraulique** à la sortie d'une pompe, traitant le débit volumique Q est : $P_H = \Delta P \cdot Q$ avec Q : débit, en m³/s

! $P = P_s - P_e$: La différence de pression entre l'entrée et la sortie de la pompe et P_e et P_s en Pascal (Pa).

- **La puissance donnée à la pompe** par le moteur dont l'axe tourne à la vitesse ! et transmet un couple C, s'écrit :

$$P_a = C \cdot \omega$$

C : moment du couple appliqué à l'arbre d'entraînement de la pompe (N.m),

ω : La vitesse angulaire de l'arbre d'entraînement de la pompe (rad/s),

P_a : La puissance absorbée par la pompe (W).

Ces deux relations permettent d'exprimer le **rendement global** d'une pompe :

$$\eta_p = \frac{P_H}{P_a} = \frac{\Delta P \cdot Q}{C \cdot \omega}$$

Pour affiner notre connaissance d'une pompe volumétrique, on peut définir le **rendement volumétrique** : rapport du débit réel au débit théorique, (qui permettra de connaître les fuites) ;

$$\eta_{vp} = \frac{Q}{Q_{th}} = \frac{Q}{\text{Cyl} \cdot N}$$

Q_{th} : C'est le débit théorique, $Q_{th} = \text{Cyl} \cdot N$

N : C'est la vitesse de rotation

Le **rendement mécanique** ; rapport du couple théorique au couple réel (qui permettra de connaître les pertes mécaniques : Frottement).

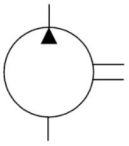
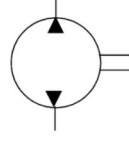
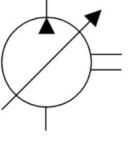
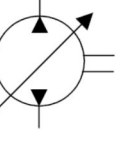
Le produit de ces deux rendements est évidemment le rendement global :

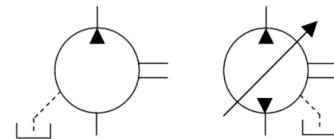
$$\eta_p = \eta_{vp} \cdot \eta_{mp}$$

d- Vitesse de rotation :

La vitesse de rotation maximale en fonctionnement continu (dite vitesse nominale) est principalement limitée par la capacité de la pompe d'aspirer le fluide dans certaines conditions spécifiques. En d'autres termes, on fixe la valeur de la vitesse nominale de telle sorte que tout risque de **cavitation** soit écarté.

Symboles:

Pompes à débit constant		Pompes à débit variable	
à un sens de flux	à deux sens de flux	à un sens de flux	à deux sens de flux
			



Le trait interrompu court représente le drain (drainage externe). C'est une canalisation qui récupère le débit de fuite, inévitable à cause des jeux fonctionnels, et qui l'envoie au réservoir

2 : Classification des pompes:

On classe les pompes en deux grandes familles :

- Les pompes non volumétriques ; dans lesquelles la chambre d'admission et la chambre de refoulement où le fluide est expulsé ne sont pas séparées l'une de l'autre par des pièces mécaniques rigides.
- Les pompes hydrodynamiques (volumétriques), dans lesquelles la chambre d'admission est séparée par des pièces mécaniques rigides de la chambre de refoulement, ce qui assure l'étanchéité entre ces deux chambres.

2-1-Les pompes volumétriques :

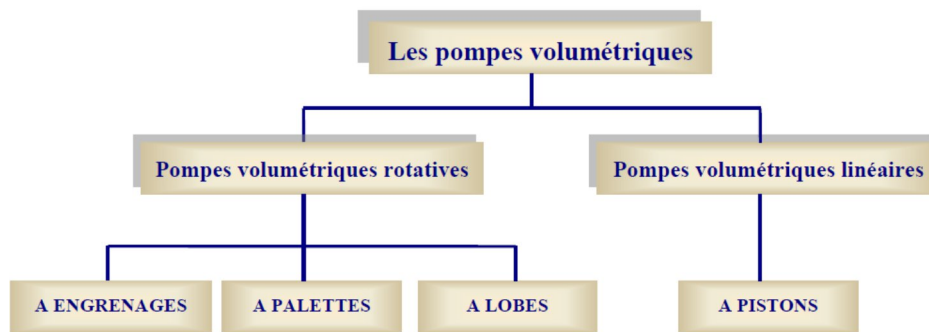
a. Principe :

- Une pompe volumétrique se compose d'un corps de pompe parfaitement clos (*stator*) à l'intérieur du quel se déplace un élément mobile rigoureusement ajusté participant à la circulation du fluide à l'intérieur de la pompe. Ce déplacement est cyclique. D'autres éléments mobiles destinés à mettre en mouvement les éléments précédents.
- Pendant un cycle, un volume de liquide pénètre dans un compartiment avant d'être refoulé.

b. Description :

- Un volume de fluide V_0 (équivalent à la cylindrée) est emprisonné dans un espace donné et contraint à se déplacer, de l'entrée vers la sortie de la pompe à chaque cycle. Le volume V_0 est prélevé sur le fluide contenu dans la conduite d'aspiration, d'où une dépression qui fait avancer le fluide vers la pompe, assurant ainsi son amorçage (**démarrage**) (*autoamorçage*).

- **Remarque** : La pression ne doit pas s'abaisser en dessous de la pression de vapeur saturante du liquide, pour éviter son ébullition et l'apparition du phénomène de cavitation.



2-1-1 : Les pompes volumétriques rotatives : Ce sont les pompes les plus utilisées.

1) Les pompes à engrenages :

a) Les pompes à engrenages extérieures :

- **Fonctionnement :** Elle est constituée de deux engrenages tournant à l'intérieur du corps de pompe. Le principe consiste à aspirer le liquide dans l'espace compris entre deux dents consécutives et à le faire passer vers la section de refoulement (*La rotation d'un pignon entraîne la rotation en sens inverse de l'autre, ainsi une chambre se trouve à l'aspiration, l'autre au refoulement*).

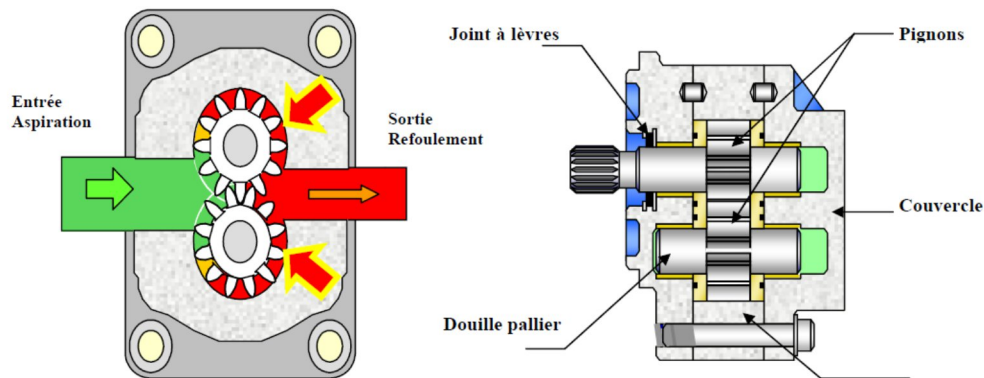


Fig.9 : Pompe à engrenages extérieures

Avantages	Inconvénients
- Débit régulier. - Pas de clapets nécessaires. - Marche de la pompe réversible.	- Nombreuses pièces d'usure - Pas de particules solides dans cette pompe, ni de produits abrasifs ; la présence de traces de solide ayant pour effet d'accélérer l'usure mécanique des pignons et de diminuer l'étanchéité entre le corps de pompe et les dents.

b) Les pompes à engrenages intérieures

Présentation : Ces pompes existent aussi avec une roue à denture intérieure

Couronne dentée) engrené à un pignon. Dans ce cas la pompe peut disposer d'une pièce intermédiaire en forme de croissant pour séparer entre l'entrée et la sortie permettant ainsi de diminuer les fuites internes et d'augmenter la pression de service

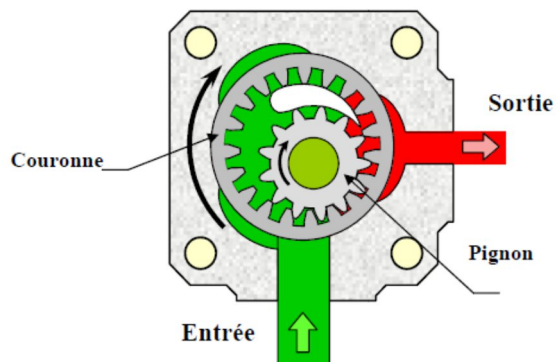


Fig : pompe à engrenages intérieures

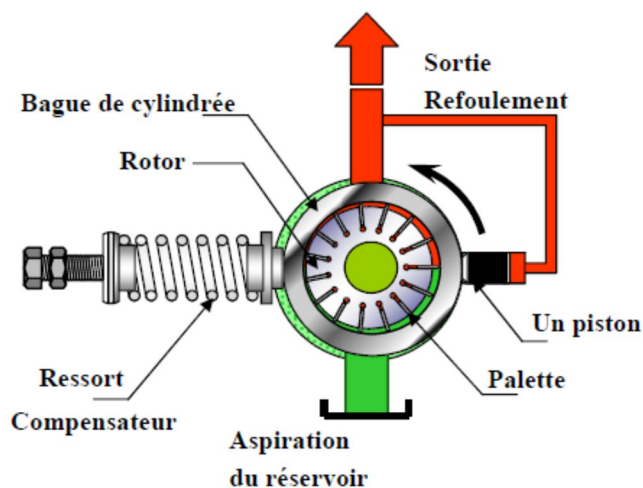
Caractéristiques de la pompe à engrenage à denture intérieure

Cylindrée : 250 cm³/tour maxi

Pression de service : 250 bars maxi

Peu de pièces en mouvement

b- Pompes à palettes à cylindrée variable (autorégulatrice):



Caractéristiques d'une pompe à palettes à cylindrée variable:

Cylindrée : 100 cm³/tour maxi

Pression de service : 160 bars maxi

Régulation optimale du débit

Faible bruit de fonctionnement et de Construction simple

Nécessite une filtration efficace

3) Les pompes volumétriques alternatives :

Tous les types de pompes à pistons reposent sur le même principe de fonctionnement mouvement alternatif des pistons dans un alésage doté de deux orifices destinés à l'aspiration et au refoulement. Selon la disposition des axes des pistons, plusieurs configurations de pompes peuvent exister :

a- Les pompes à piston :

Fonctionnement :

Son principe est d'utiliser les variations de volume occasionné par le déplacement d'un piston dans un cylindre. Ces déplacements alternativement dans un sens ou dans l'autre produisent des phases d'aspiration et de refoulement. Quand le piston se déplace dans un sens le liquide est comprimé: il y a fermeture du clapet d'admission et ouverture du clapet de refoulement. Le fonctionnement est inverse lors de l'aspiration du liquide dans la pompe. Une membrane est parfois liée au piston.

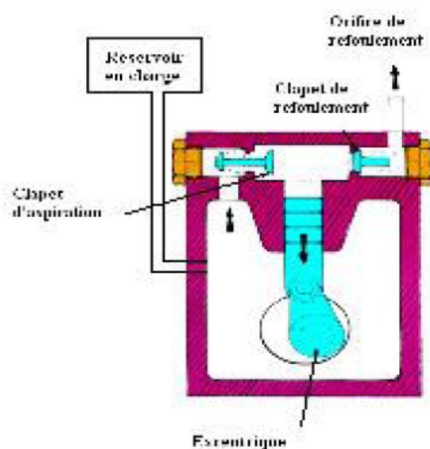
Caractéristiques et utilisation :

Elles ne conviennent que pour des débits moyens de l'ordre de $80 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. L'intérêt des membranes est l'utilisation avec des produits chimiques corrosifs, abrasifs ou acides. La pression au refoulement peut aller jusqu'à 25 bars

b) Pompe à pistons en ligne

C'est une pompe à cylindrée fixe. Son rendement peut atteindre les 97 %.

Les pressions de service peuvent être supérieures à 500 bars. Elle est de construction simple



c) Pompe à pistons axiaux:

Fonctionnement :

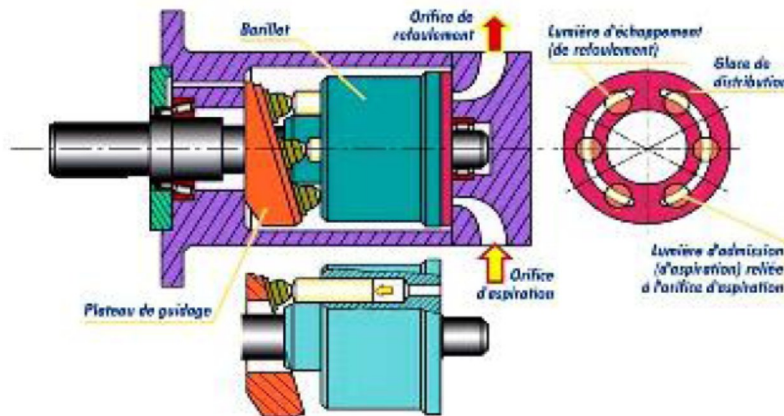
Au moment où le plateau pivote, il pousse les pistons en décrivant une course en forme de cône. Les pistons y pénètrent en aspirant le fluide. Les axes des pistons sont parallèles entre eux et l'axe principal de la pompe. Les bielles sont en liaisons rotules avec le plateau incliné d'un angle α (fixe ou variable) l'origine des mouvements alternatifs des pistons.

Caractéristiques :

Cylindrée : $500 \text{ cm}^3/\text{tour}$ maxi, Pression de service : 350 bars maxi

Rendement de 0,9 et durée de vie tr, Faible inertie des pièces en mouvement le débit est plus stable (moins de pulsation)

Nécessite une filtration efficace , Peut être utilisé en moteur hydraulique.



d) Pompes à pistons radiaux :

Description :

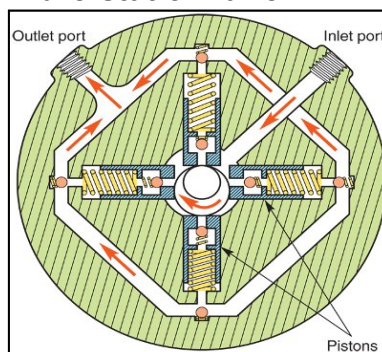
- Les pistons sont disposés radialement au stator, leurs axes sont perpendiculaires à l'arbre d'entraînement principal.

Deux variantes de pompes à pistons radiaux:

- conception cylindre-stationnaire qui utilise des ressorts pour maintenir les pistons contre une came qui tourne avec l'arbre principal de la pompe
- Conception à cylindre-rotatif qui utilise la force centrifuge pour maintenir les pistons contre un anneau de réaction

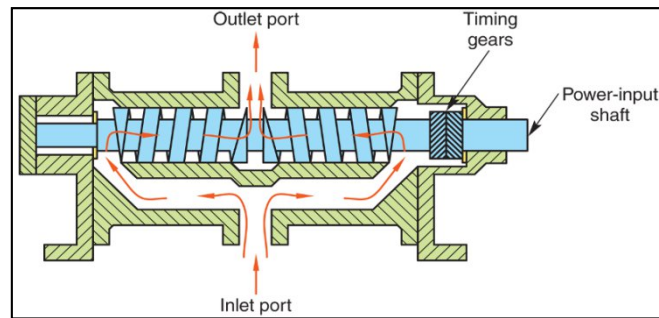
Lorsque l'arbre principal est mis en rotation, chaque piston effectue un mouvement alternatif, causant le déplacement du fluide.

Pompe à piston-radial à cylindre-stationnaire



- Les pompes à vis présentent des éléments de pompage qui se composent d'un, deux ou trois vis tournantes
- Étant donné que les vis tournent, le fluide est piégé et entraîné au refoulement de la pompe
- La conception des pompes à vis leur permet de fonctionner à un niveau de bruit très faible

Pompe à vis typique



La pompe à lobes est un proche parent de la pompe à engrenages (Pompes ROOTS)

-Deux à trois lobes, une unité dentée sont souvent utilisés pour former l'élément de pompage.

-Débit de sortie est supérieur à une pompe à engrenages de même taille physique à cause de la géométrie de la chambre de pompage.

-La pression est plus faible que les pompes à engrenages.
Tend à avoir un flux de sortie pulsative.

