

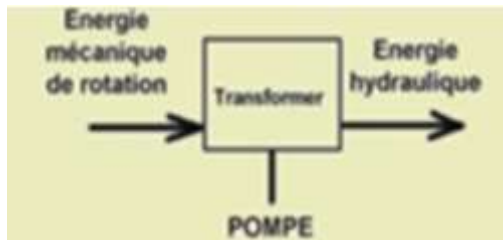
LES POMPES

I- Introduction

Les pompes sont des appareils qui génèrent une différence de pression entre les tubulures d'entrée et de sortie.

Suivant les conditions d'utilisation, ces machines communiquent au fluide, de l'énergie potentielle (par accroissement de la pression en aval) soit de l'énergie cinétique par la mise en mouvement du fluide

Elles permettent le plus souvent de transformer l'énergie mécanique d'un moteur en énergie hydraulique afin



- De faire passer un liquide d'un niveau à un autre niveau plus élevé (pompe de transfert)
- Ou d'augmenter la pression d'un fluide

On distingue deux grandes catégories de pompes :

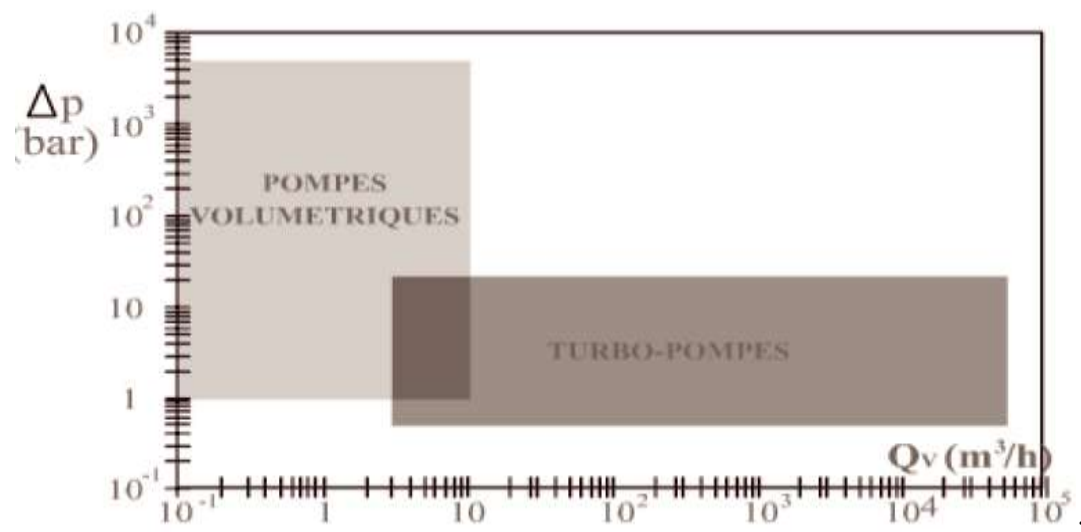
□ □ LES POMPES VOLUMETRIQUES :

Ce sont les pompes à piston, à diaphragme, à noyau plongeur... et les pompes rotatives telles que les pompes à vis, à engrenages, à palettes, péristaltiques... Lorsque le fluide véhiculé est un gaz, ces pompes sont appelées « COMPRESSEURS »

□ □ LES TURBO-POMPES :

Elles sont toutes rotatives. Ce sont les pompes centrifuge, à hélice, hélico-centrifuge.

Les domaines d'utilisation de ces deux grandes catégories sont regroupés dans le tableau ci-dessous



II LES POMPES VOLUMETRIQUES

Le transfert est effectué linéairement dans les **pompes volumétriques alternatives** et en rotation dans les **pompes volumétriques rotatives**

- **les pompes volumétriques rotatives** : Ces pompes sont constituées par une pièce mobile animée d'un mouvement de rotation autour d'un axe, qui tourne dans le corps de pompe et crée le mouvement du liquide pompé par déplacement d'un volume depuis l'aspiration jusqu'au refoulement.
- **les pompes volumétriques alternatives**: la pièce mobile est animée d'un mouvement alternatif.

Débit d'une pompe (Q)

C'est le volume de liquide recueilli au refoulement de la pompe pendant l'unité de temps. Il s'exprime en (m³/h) ou en litres par seconde (l/min). le débit est lié à la cylindrée par la relation suivante :

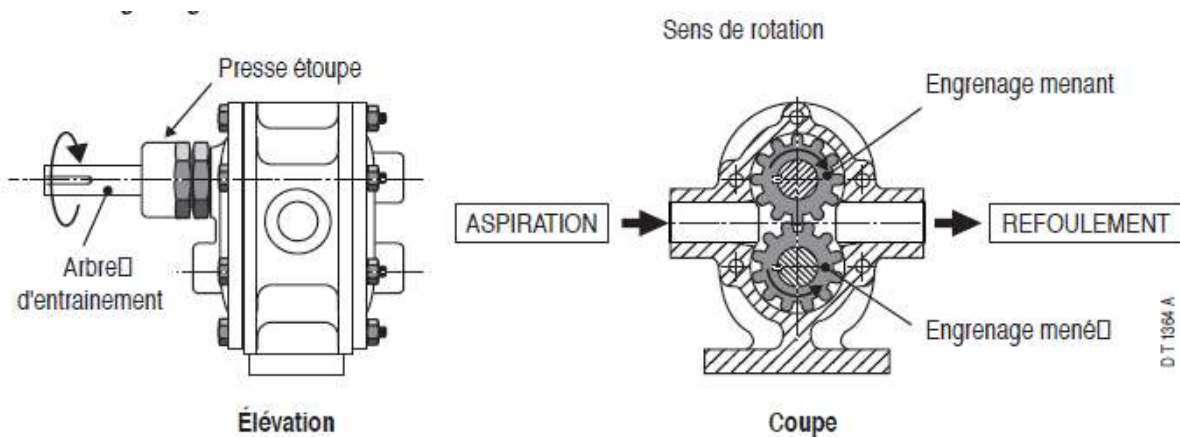
$$Q_v = C \cdot N$$

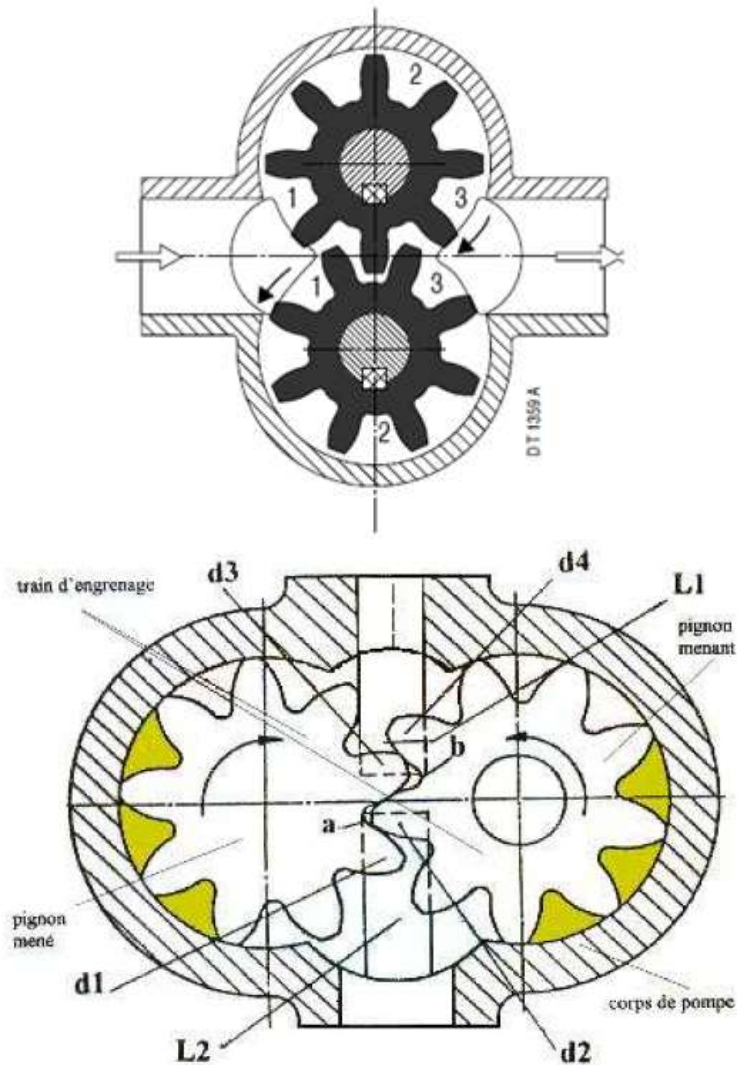
Avec Q_v : le débit volumique en L/min, C : la cylindrée en L/tr et N : la vitesse de rotation en tr/min.

II-1-1 POMPES VOLUMÉTRIQUES ROTATIVES

a)- La pompe à engrenages extérieurs.

Ci-dessous est représenté un type courant de pompe volumétrique rotative, **la pompe à engrenages extérieurs**.





Pompe à engrenages extérieurs.

Fonctionnement : Elle est constituée par 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.

Les deux engrenages tournent dans le sens opposé du fait de leur engrènement.

L'engrènement au centre constitue un barrage empêchant le liquide de passer de la zone **haute pression** vers la zone **basse pression** :

- les volumes 1 sont en communication avec la zone **basse pression**. Ils sont remplis par le liquide. C'est la phase aspiration
- les volumes 2 sont en phase de transfert vers la zone **haute pression** entre les positions 1 et 3. Ils sont isolés des capacités **basse pression** et **haute pression**
- les volumes 3 débouchent dans la zone **haute pression**. C'est la phase refoulement

Caractéristiques et utilisation : ce sont des pompes qui peuvent atteindre des pressions au refoulement de l'ordre de 5 à 30 bars. Les débits peuvent atteindre 300 m³/h. Ce type de

pompes admet une vitesse de rotation de 2000 tr/min à 3000 tr/min. Elles n'admettent pas le passage de particules solides sous peine de destruction. Elles sont utilisées pour les produits autolubrifiants et alimentaires.

Avantages : -Débit régulier

- Pas de clapets nécessaires
- Marche de la pompe réversible
- Relativement silencieuse

Inconvénients : -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) – Pompe à engrènement intérieur

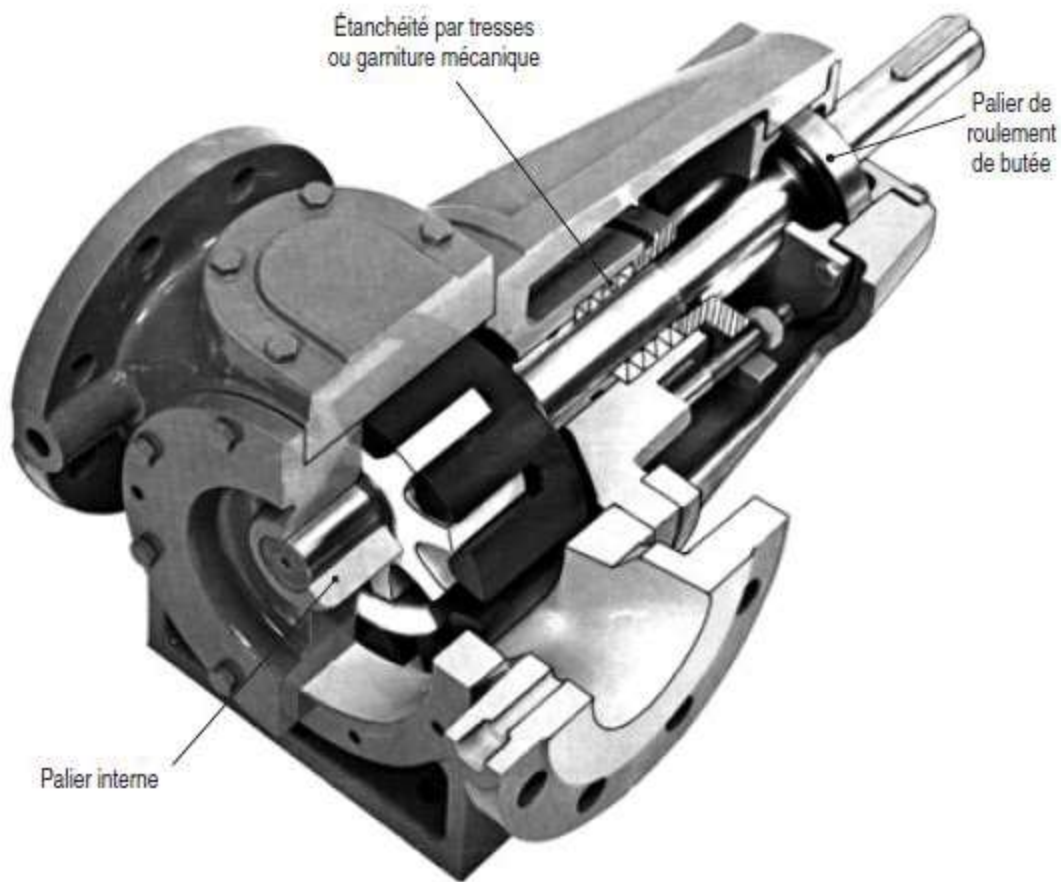
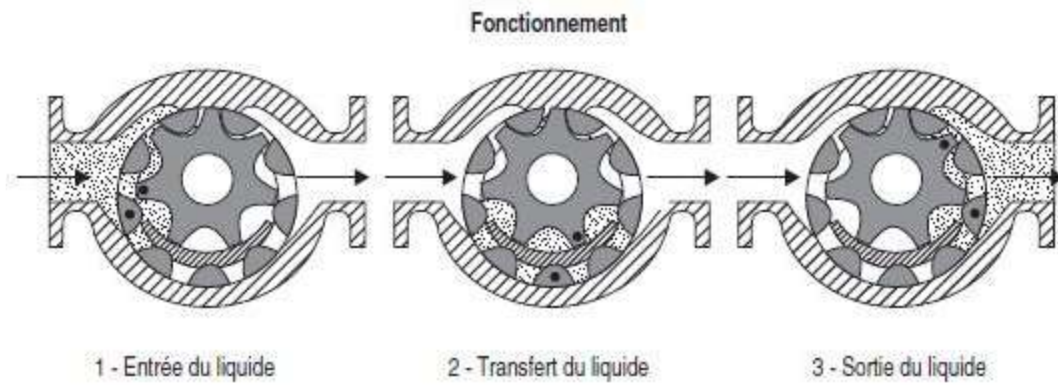
• *Fonctionnement*

Ici, le pignon solidaire de l'arbre assure l'entraînement d'une couronne qui glisse dans le stator. Le volume emprisonné à fond de denture étant très faible, le rendement est meilleur. Une forme en croissant sépare l'aspiration du refoulement. Leur architecture, plus proche que celle de la pompe centrifuge, permet de véhiculer des débits plus importants que la précédente et de tourner plus vite.

Comme la précédente, elle ne peut fonctionner qu'avec un liquide lubrifiant.

• *Utilisation*

Elle est utilisée pour les huiles et produits visqueux (fuels, gazole) à des pressions modérées



Pompes à engrenages intérieurs.

c)- Pompes à vis

Elles sont constituées de deux ou trois vis s'engrenant entre elles. Le liquide remplit les cavités qui existent entre les vis et le corps. Pendant la rotation des vis, les cavités se déplacent transférant ainsi du liquide de la zone d'aspiration vers la zone de refoulement. Ce

type de pompe volumétrique admet une vitesse de rotation élevée (3000 tr/mn) ; elles sont silencieuses et permettent d'atteindre des pressions assez élevées (≈ 100 bar).

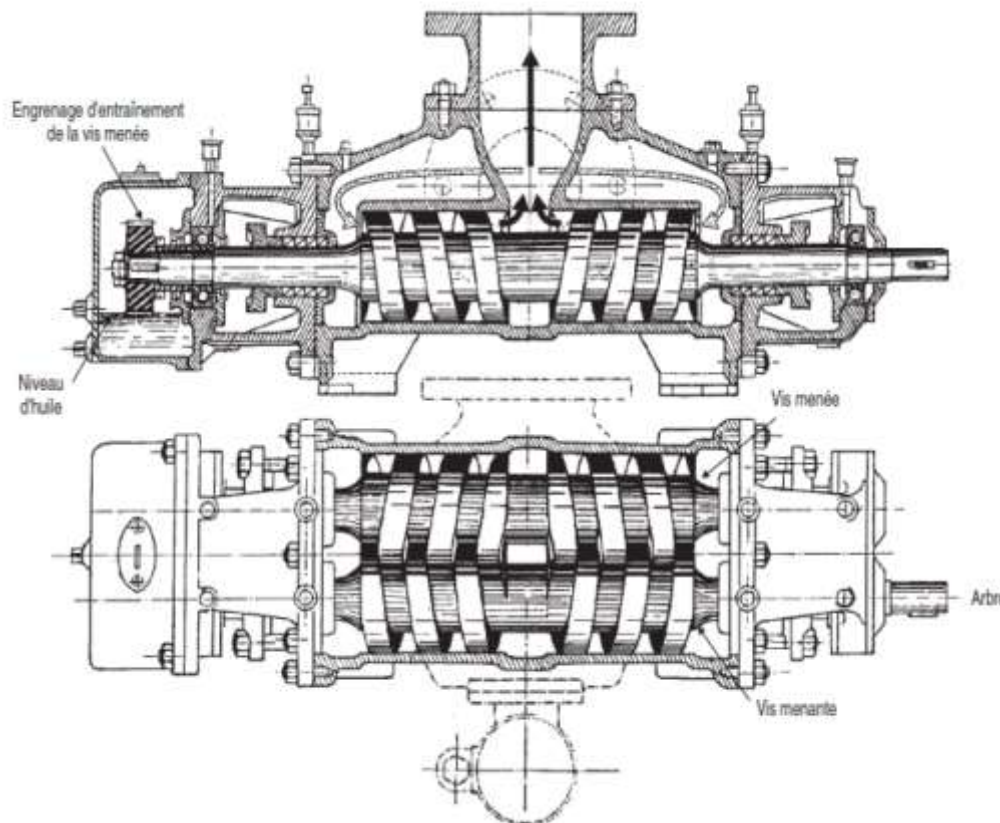
Elles ne véhiculent que des liquides à bon pouvoir de lubrification et ne contenant pas particules abrasives. Ils existent plusieurs types

- **Engrenage direct (Pompes à deux vis à engrenement direct)**: les filets sont inclinés, une vis est entraînée par l'autre ou par un engrenage de synchronisation interne. Les paliers sont situés dans le produit pompé

Avantages : l'étanchéité interne est bonne, Il y a une seule sortie d'arbre, ce qui réduit les risques de fuite à une seule étanchéité.

Inconvénients : le produit pompé doit toujours être lubrifiant

. Le fonctionnement à sec est immédiatement destructeur



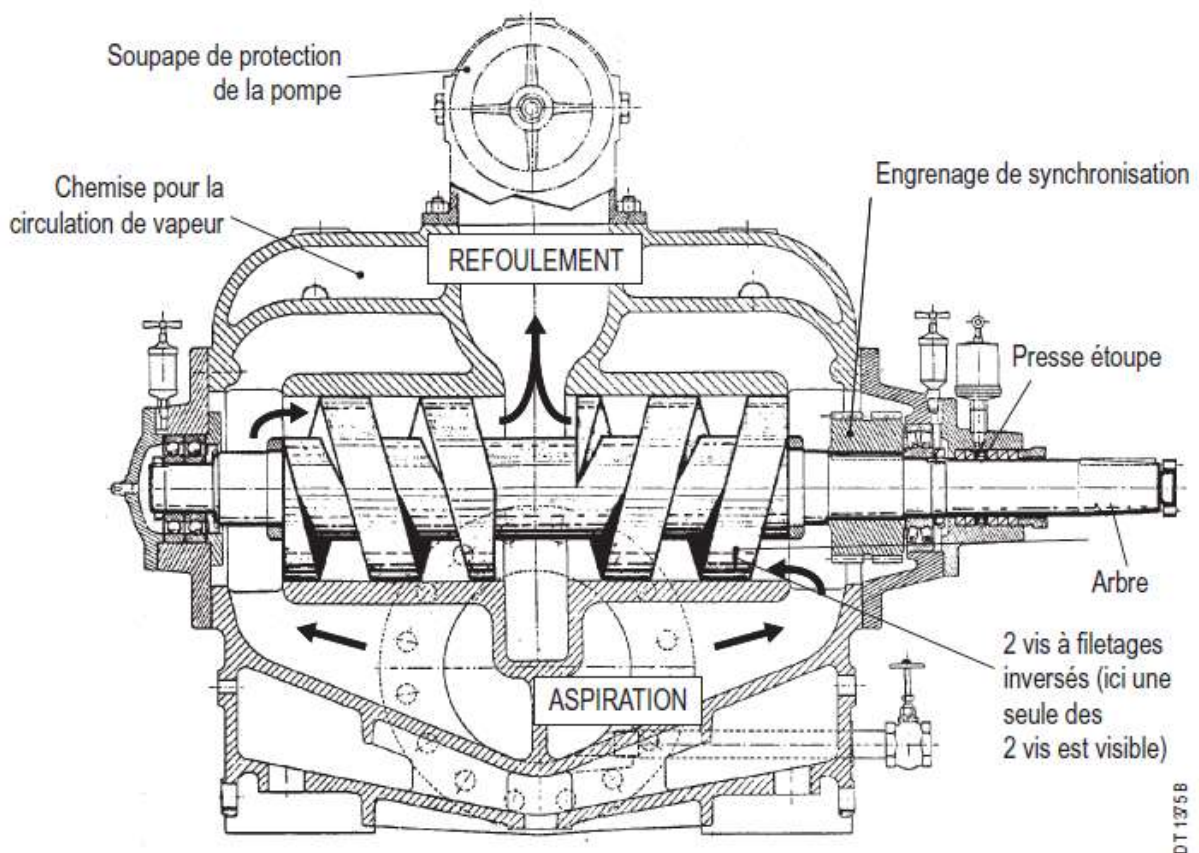
Pompes à deux vis à engrenement direct

- à engrenage de synchronisation (*Pompes à deux vis à engrenages de synchronisation*)

La vis solidaire de l'arbre moteur entraine la seconde par l'intermédiaire d'un ensemble d'engrenages de synchronisation. Les deux vis permettent un jeu entre elles et ne sont pas en contact direct. Les engrenages et les paliers peuvent être en contact direct avec le liquide

Avantages : Elles autorisent une grande variété de produits pompés ; mais en fait, seuls les produits ayant un minimum de viscosité permettent un rendement correct en limitant la fuite interne.

Inconvénients : la ΔP possible et le rendement sont diminués par la présence des fuites internes. De plus il y a quatre garnitures d'étanchéité.



Pompes à deux vis à engrenages de synchronisation



Pompe à engrenage

Pompes à vis

Avantage :

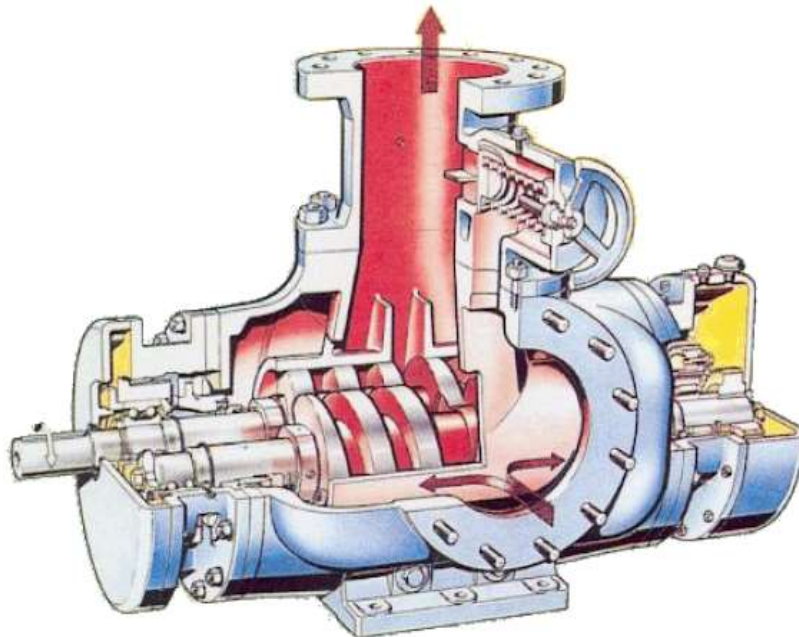
Le débit est régulier.

La pompe est réversible.

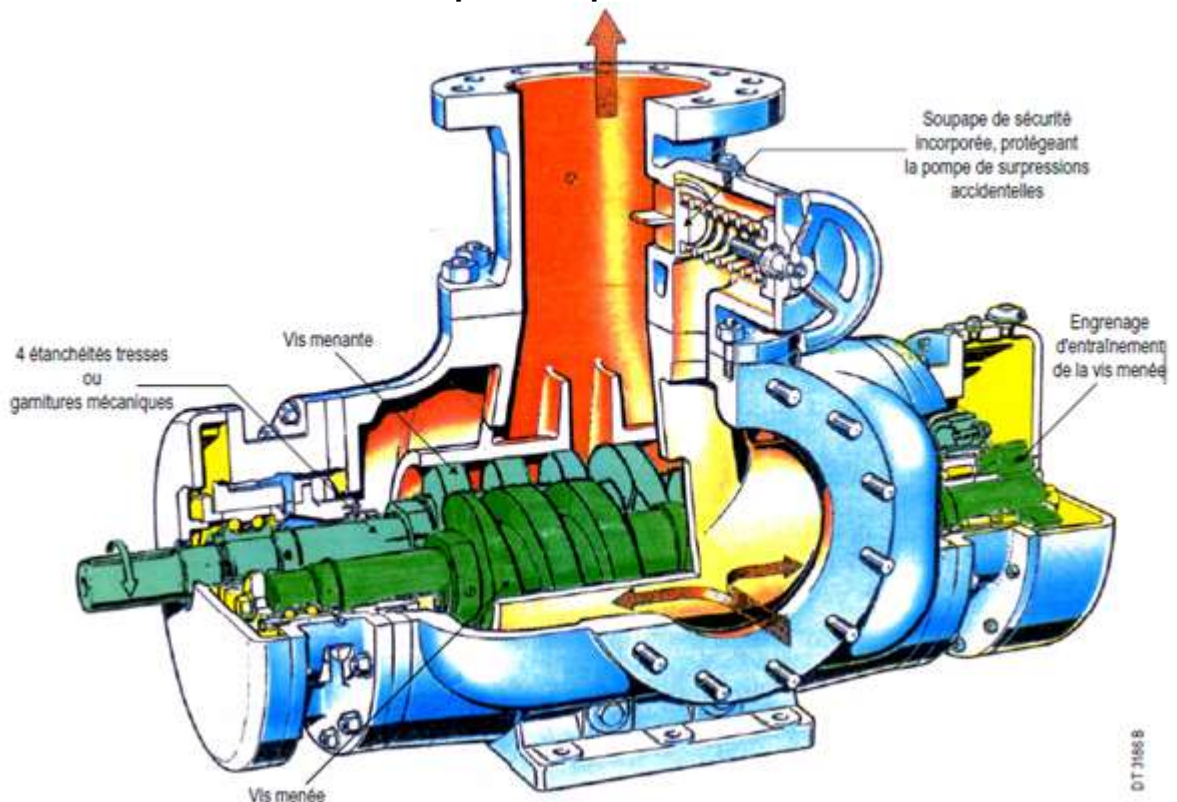
La pompe est silencieuse

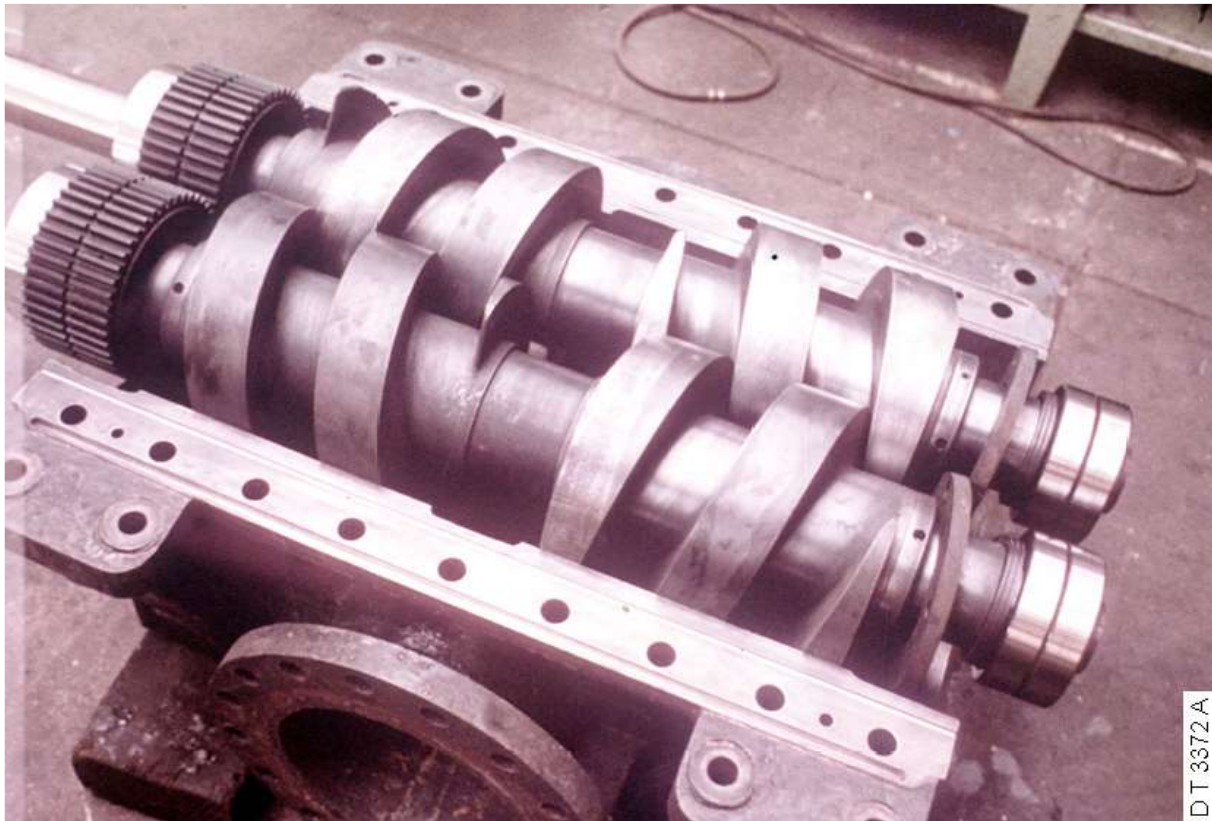
Inconvénients :

Elles n'admettent pas le passage de particules solides, sous peine de destruction totale du mécanisme.



Principe - Pompe à deux vis





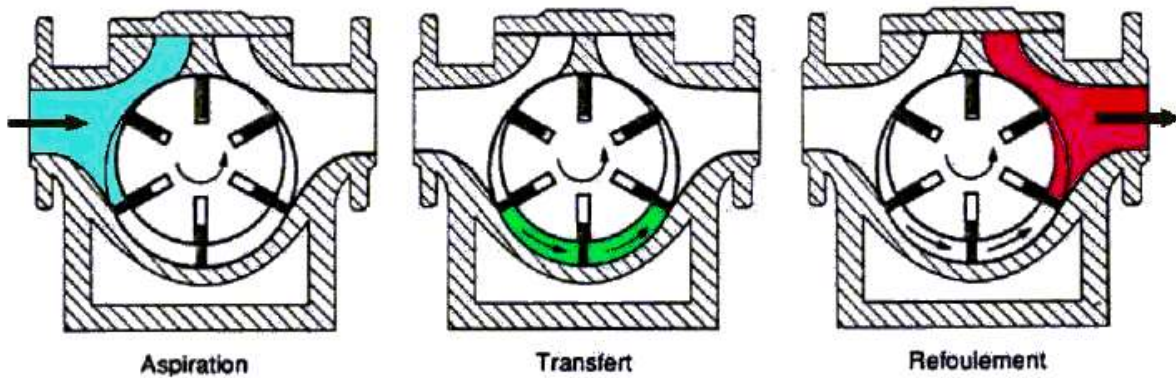
Pompes à palettes

Avantage :

Le débit est régulier.
La pompe est réversible.

Inconvénients :

Les palettes usent le corps par frottements.
Le pompage des fluides visqueux est difficile





Principe - Pompe à palettes

Pompes à rotor hélicoïdal excentré

Avantage :

Le débit est régulier.

Elles sont silencieuses.

Elles sont réversibles.

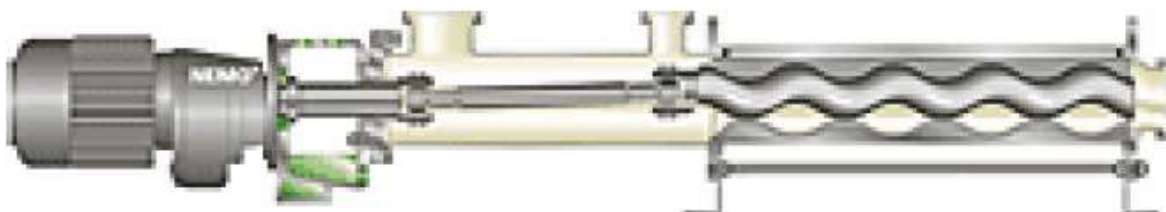
Inconvénients :

Elles ne doivent pas tourner à vide.

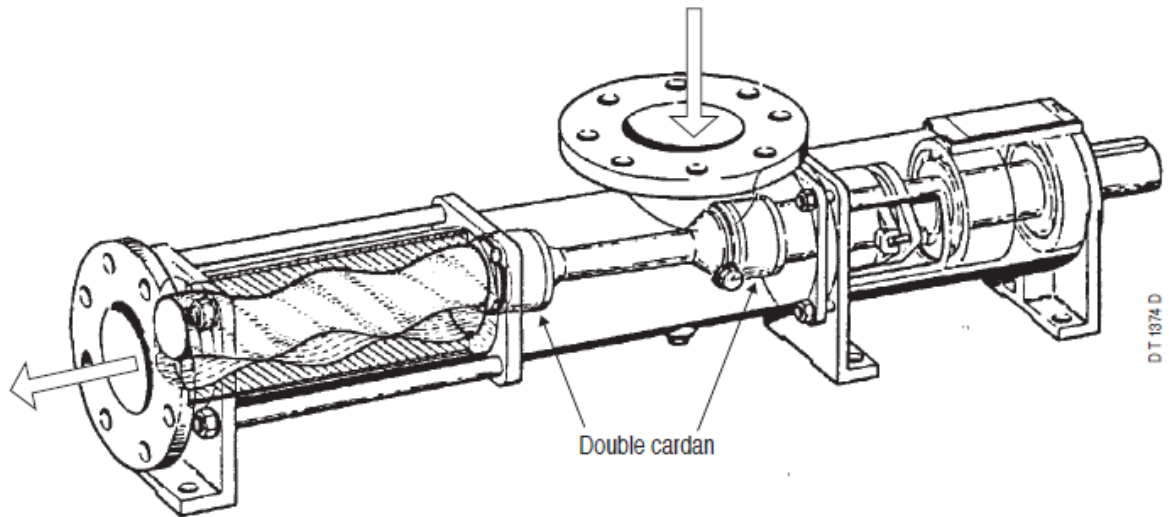
Elles ne peuvent pas être utilisées à des températures très élevées (70 à 80 ° au maximum), à cause du stator.

Maintenance assez difficile et coûteuse.

Encombrement important

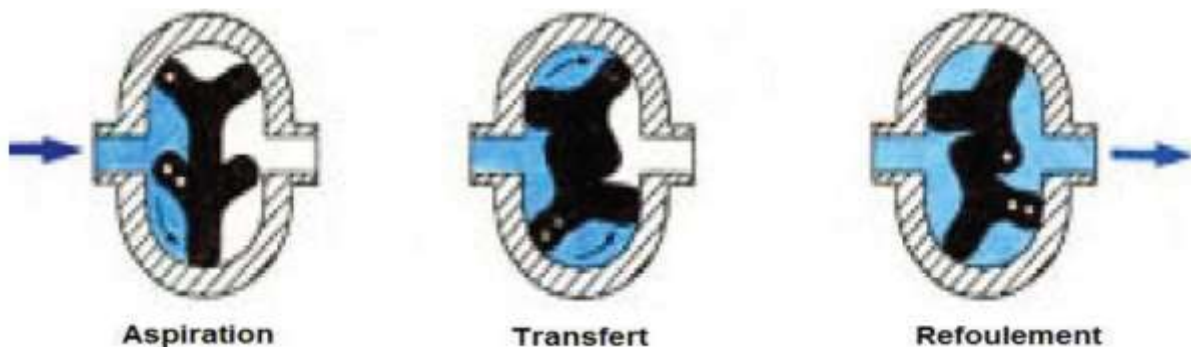


Principe - Pompe à rotor hélicoïdal excentré



Pompes à aubes appelées:

Le principe reste le même que celui d'une pompe à engrenages externes classique à ceci près que les dents ont une forme bien spécifique et qu'il n'y a que deux ou trois dents (aubes) par engrenage. Les rotors ne sont jamais en contact et, pour ce faire, sont entraînés par des engrenages externes. De ce fait, le pouvoir d'aspiration reste faible.



Pompes à lobes

II-1-2 POMPES VOLUMÉTRIQUES ALTERNATIVES

a/ Pompes à piston

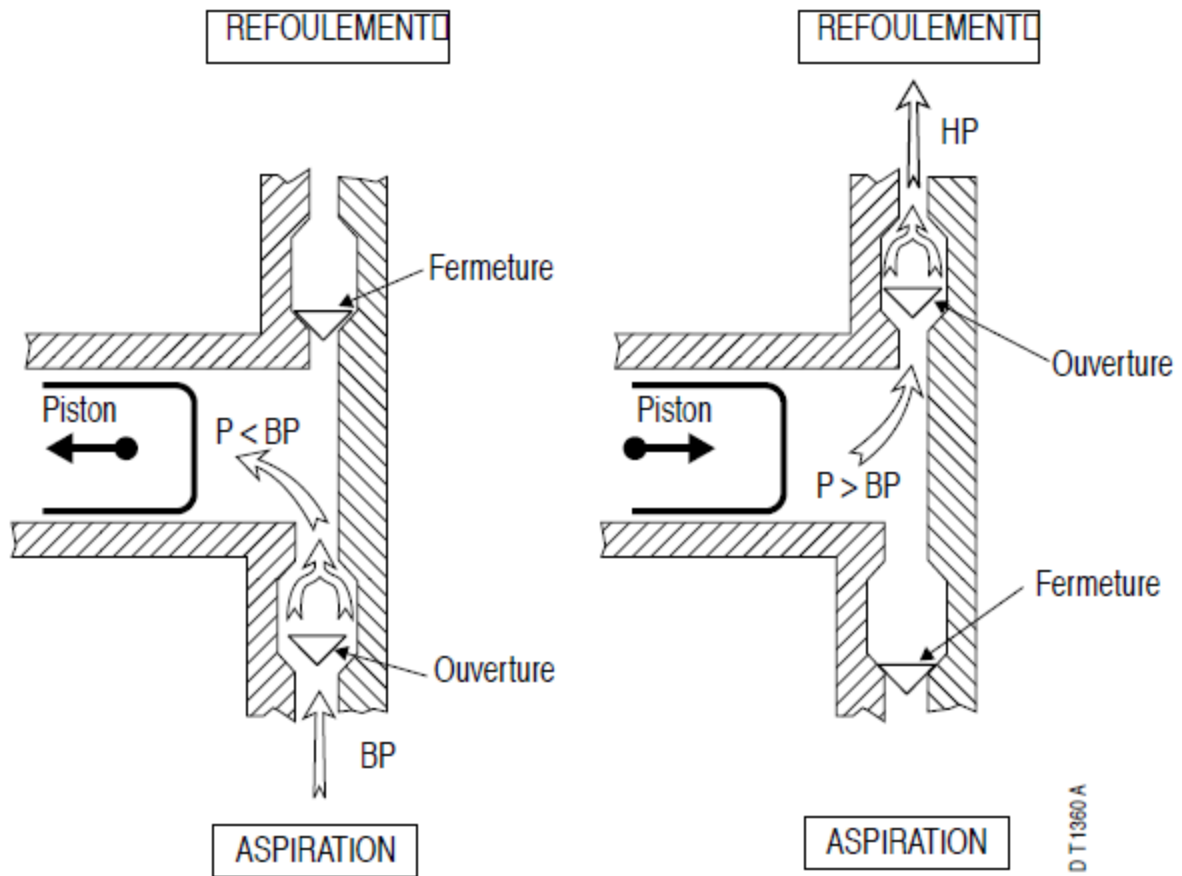
Les volumes engendrés à l'aspiration et au refoulement, résultent du déplacement alternatif sur son axe, d'un piston ou d'un plongeur, à l'intérieur d'un cylindre.

Un temps est consacré au remplissage du cylindre (aspiration) et un temps est consacré à la vidange du cylindre (refoulement). Le débit du liquide engendré par la pompe sera donc discontinu.

Lorsque le piston se déplace pour créer les conditions d'aspiration, il faut que le remplissage s'effectue avec du liquide provenant de la tuyauterie d'aspiration. Il est nécessaire de fermer l'ouverture de refoulement et d'ouvrir l'arrivée d'aspiration.

Au contraire, lors du refoulement, il faut ouvrir vers le refoulement et fermer vers l'aspiration. Ceci est réalisé par un jeu de clapets. Une pompe volumétrique alternative comportera toujours des clapets d'aspiration et d'autres au refoulement.

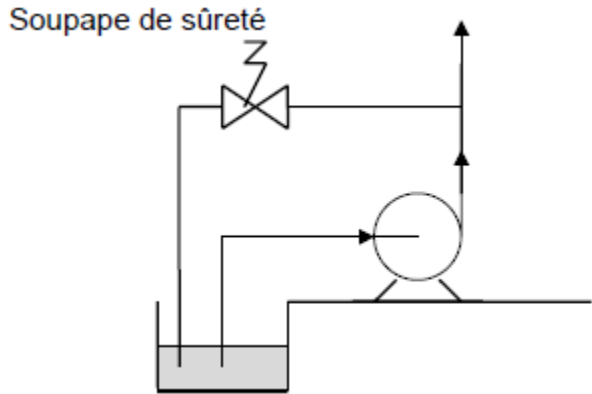
Ci-dessous est représenté le principe d'une pompe alternative à **simple effet**.



D T 1360 A

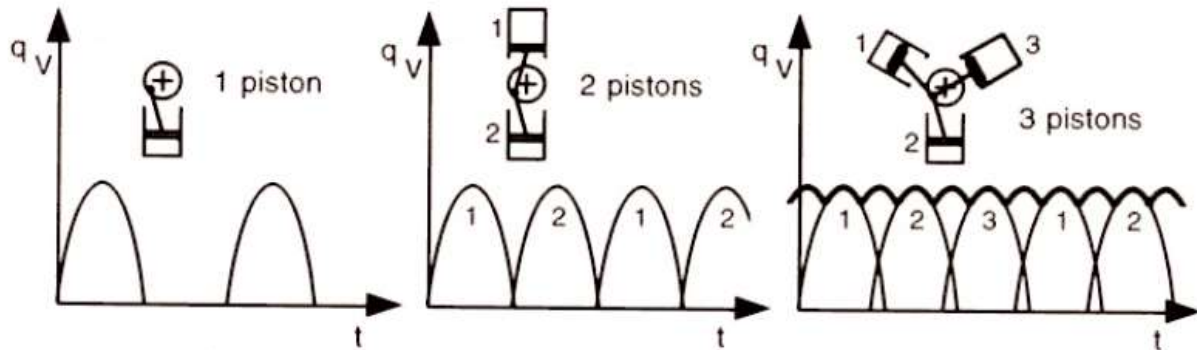
Les pompes volumétriques permettent d'obtenir des hauteurs manométriques totales beaucoup plus élevées que les pompes centrifuges. La pression au refoulement est ainsi plus importante. Le débit est par contre généralement plus faible mais il ne dépend pratiquement pas des caractéristiques du réseau.

Si la canalisation de refoulement est bouchée, Il faut arrêter immédiatement la pompe volumétrique dans cette situation pour éviter les risques d'une augmentation de pression très importante dans la pompe qui pourrait entraîner de graves détériorations
 S'il y a possibilité de fermetures de vannes placées sur le circuit de refoulement, il faut prévoir un dispositif de sécurité à la sortie de la pompe : une dérivation équipée d'une soupape de sûreté et reliée au réservoir d'aspiration constitue une bonne solution.



Le réglage du débit s'effectue en agissant sur la vitesse de rotation du rotor pour les pompes rotatives et sur la fréquence ou la course du piston pour les pompes alternatives

Le principal défaut de cette machine est de donner un débit pulsé et par suite des à-coups de pression. On peut aussi concevoir une machine mieux équilibrée par association de plusieurs pistons travaillant avec un déphasage judicieux...



Les pompes à piston sont robustes et elles peuvent être utilisées comme pompes doseuses, on les trouve d'ailleurs assez souvent avec des pistons à course réglables.

L'étanchéité de ce type de pompes ne leur permet pas de travailler avec des fluides possédant des particules solides

PRINCIPAUX INCIDENTS DANS L'EXPLOITATION DES POMPES VOLUMÉTRIQUES ALTERNATIVES

a - Débit insuffisant ou nul

- Présence de gaz dans la ligne d'aspiration
- Manque de niveau à l'aspiration
- Pompe non amorcée
- Prise d'air à l'aspiration
- Soupape de décharge bloquée ouverte
- Bouteilles antipulsatoires détériorées
- Défaillance ou encrassement des clapets
- Dérèglement de la course du piston
- Vaporisation du produit à l'aspiration (cavitation)
- Membrane de la pompe percée
- Filtre bouché
- Produit trop visqueux (mal réchauffé par exemple)

Elles peuvent être à **simple effet** et, dans ce cas, le piston n'a qu'une seule phase active (premier temps : aspiration, deuxième temps : refoulement) sur les deux phases que comporte le cycle.

Elles peuvent être à double effet et, dans ce cas, le piston est actif dans les deux phases, permettant un débit deux fois plus important et une plus grande régularité de débit.

Il est possible d'associer plusieurs éléments de pompe à piston, décalés dans un cycle de rotation (pompe Triplex par exemple) de façon à augmenter le débit et la régularité. Ces pompes possèdent une grande capacité d'aspiration et permettent d'atteindre des pressions de refoulement importantes.

Les pompes à membrane

Avantage :

Fonctionnement à sec sans dommage

Propreté absolue du liquide pompé

Bon rendement (90 %)

Inconvénients :

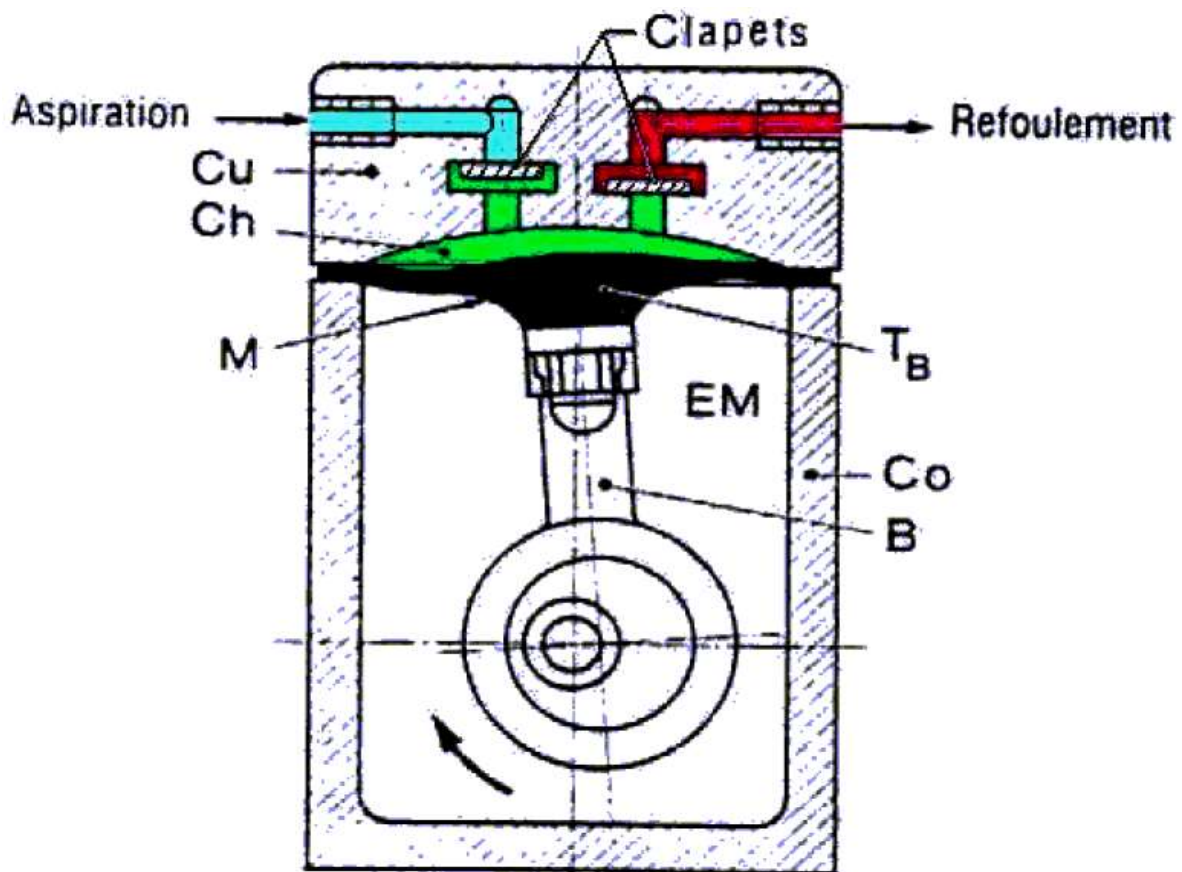
Débit limité.

Viscosités assez faibles

Pompage de particules solides impossible

Bon fonctionnement que si l'étanchéité est parfaite entre le cylindre et le piston

Pulsations importantes au refoulement. (système amortisseur indispensable)



| | | | |
|----|------------------------|----------------|--------------------|
| B | bielle | EM | ensemble mécanique |
| Ch | chambre de compression | M | membrane moulée |
| Co | corps de pompe | T _B | tête de bielle |
| Cu | culasse | | |

Pompe à membrane

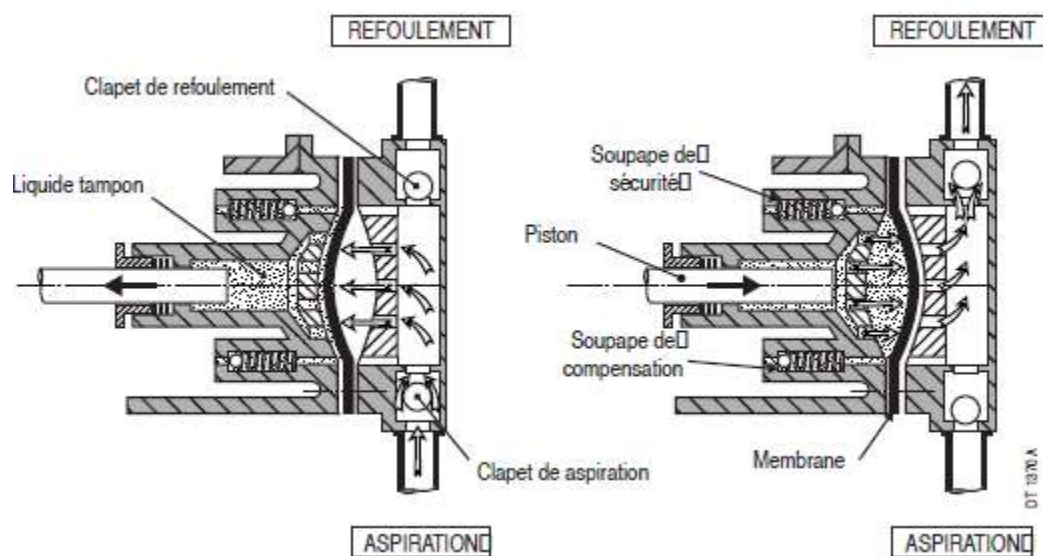
Pompes doseuses

Elles sont essentiellement à piston et (ou) à membrane. L'introduction d'un débit bien déterminé de liquides est rendu possible grâce à un dispositif précis de réglage de la course du piston et de sa fréquence.

Elles ont des débits relativement faibles (de quelques L.h-1 à quelques m³.h-1) et peuvent mettre en œuvre des pressions au refoulement allant jusqu'à 300 bars. Elles sont auto amorçantes mais n'acceptent que des viscosités faibles.

Les principales applications sont :

- le dosage fin de produits chimiques
- l'injection de carburant pour les véhicules automobiles



Principe de fonctionnement

Le piston n'est plus en contact avec le liquide pompé, mais avec un liquide tampon comprimé et décomprimé, faisant osciller une membrane en contact avec le liquide pompé.

À chaque compression du liquide tampon, la membrane est repoussée, refoulant ainsi le liquide présent dans la pompe.

À chaque décompression du liquide tampon, la membrane est attirée, aspirant ainsi le liquide à pomper.

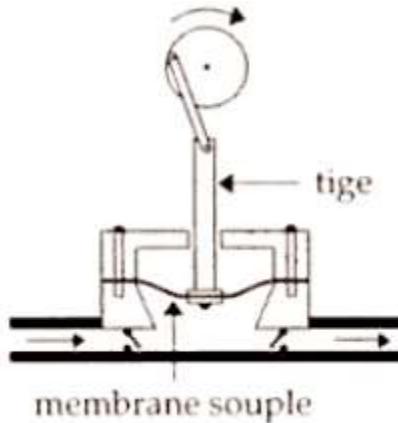
La membrane est en caoutchouc, en PTFE ou en acier inoxydable ce qui permet de véhiculer des produits corrosifs



Pompes doseuses à membrane

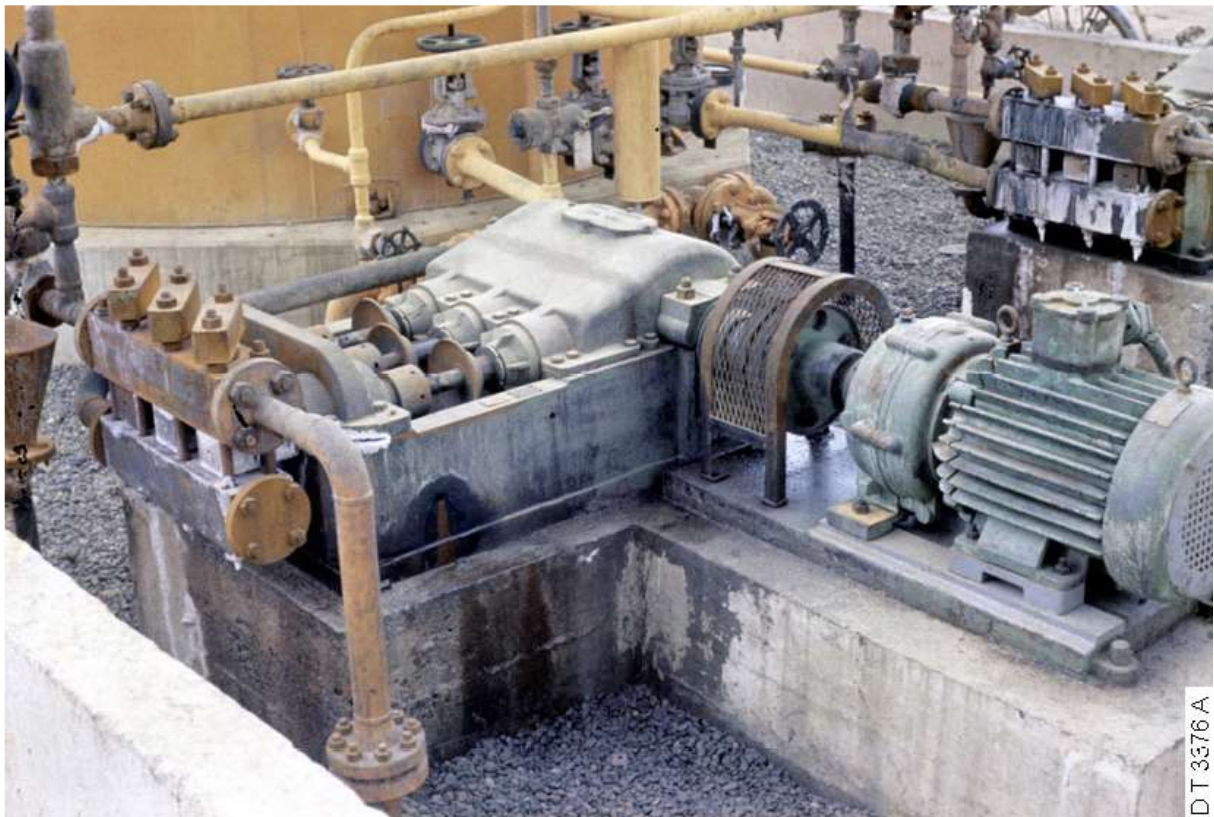
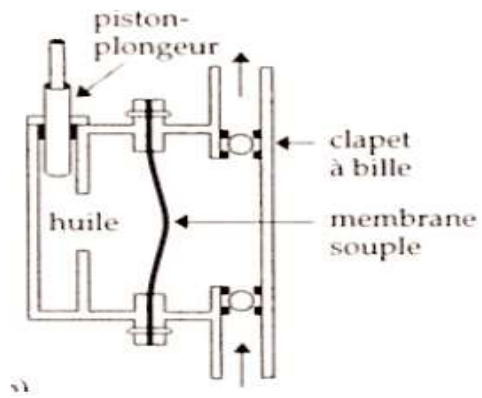
Pompe à diaphragme

Dans les pompes à diaphragme, appelées aussi pompes à membrane, le fluide n'entre pas en contact avec les éléments mobiles de la machine. Ces pompes sont donc bien adaptées au pompage des liquides corrosifs ou/et chargés de particules solides.



Pompe à piston plongeur

Cette machine est un compromis entre la pompe à piston et la pompe à membrane. Le fluide n'est pas isolé du piston, mais les frottements de celui-ci sont faibles car limités au niveau du presse-étoupe qui assure l'étanchéité. Ces pompes sont adaptées à la production de hautes pressions.



DT 3576 A

Vue extérieure de pompe triplex