

Pompes à vis

Autor(en): **Ribaux, André**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **69 (1943)**

Heft 19

PDF erstellt am: **19.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-52528>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

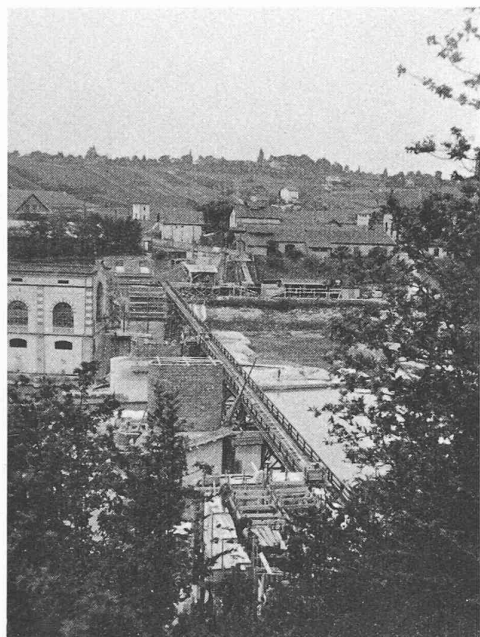


Fig. 6. — Pont de Chèvre et passerelle provisoire.
Ouvrages sur le point d'être achevés.

soire, comme du reste la démolition de l'ancienne passerelle, s'est effectuée par tronçons, en tenant compte des nécessités du chantier.

Pour terminer cet aperçu sur les travaux réalisés dans cette première étape, voici quelques chiffres approximatifs relatifs aux démolitions, aux terrassements et aux matériaux mis en œuvre :

Pont (piles et culées). Démolitions : 2000 m³; terrassements : 650 m³; maçonnerie parementée avec remplissage : 500 m³; béton P. 175 : 150 m³; béton P. 200 : 300 m³; béton P. 225 armé : 350 m³; aciers ronds ordinaires : 10 t.

Passerelle provisoire. Bois rond : 20 m³; bois écharri : 50 m³; platelage de 50 mm : 425 m²; boulons : 2500 pièces.

Pompes à vis

par ANDRÉ RIBAU, professeur.

Introduction.

Si le fonctionnement de la pompe à engrenage est depuis longtemps bien connu des milieux techniques, il n'en est pas toujours de même de celui des pompes à vis, dont la cinématique s'écarte suffisamment de celle des pompes à engrenages pour qu'elle soit beaucoup moins évidente et qu'elle exige un examen plus approfondi. Le fonctionnement d'une pompe à engrenage (fig. 1), peut être représenté dans un plan tandis que celui de la pompe à vis exige une représentation dans l'espace. Ceci n'est pas sans répercussion sur les difficultés de réalisation des divers organes.

Nous avons donc pensé qu'il y aurait un certain intérêt à donner ici quelques considérations sur la théorie de ces

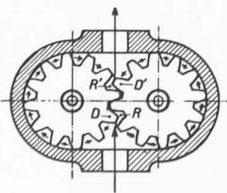


Fig. 1.

machines, leur construction et leurs caractéristiques de fonctionnement.

Classification et propriétés.

Les pompes à vis sont des machines volumétriques, c'est-à-dire des pompes comportant une ou plusieurs chambres dont le volume augmente et ensuite diminue. En d'autres termes, le fonctionnement de ces machines présente deux phases : celle d'aspiration et celle de refoulement.

La variation du volume est appelée volume balayé. Le quotient du débit Q par le volume V_1 engendré pendant l'unité de temps, est appelé rendement volumétrique

$$\eta_v = \frac{Q}{V_1}$$

La hauteur manométrique H_m , d'une pompe volumétrique, peut varier sans influencer pratiquement son débit que l'on peut considérer comme constant pour une vitesse de rotation donnée (fig. 2).

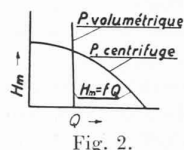


Fig. 2.

En réalité, la caractéristique $H_m = f(Q)$ de la pompe volumétrique n'est pas exactement parallèle à l'axe des ordonnées ; c'est la perte au joint qui en est cause. On appelle perte au joint le débit q qui fait retour du refoulement à l'aspiration au travers des jeux entre pièces mobiles et fixes, jeux indispensables au fonctionnement de la machine. Le rendement volumétrique est donné par :

$$\eta_v = \frac{Q}{V_1} = \frac{V_1 - q}{V_1} = \frac{Q}{Q + q}$$

Fonctionnement.

Les pompes à vis sont des pompes à engrenages hélicoïdaux dont les pignons (vis) exceptionnellement larges ne comportent que peu de dents (généralement 2). C'est dans la cinématique de l'engrènement que réside la différence de fonctionnement des pompes à denture droite d'une part, des pompes à vis d'autre part. Dans un engrenage hélicoïdal l'engrènement n'a pas lieu simultanément sur toute la largeur de la denture ; au contraire, le contact entre deux dents commençant à l'une des extrémités de la roue (vis) se déplace parallèlement à l'axe de rotation pour prendre fin à l'autre extrémité. La longueur d'une vis (pignon) étant plus grande que son pas, le même filet (dent) entre simultanément en engrènement autant de fois que le pas est contenu dans la longueur, 3,5 fois dans la figure 3.

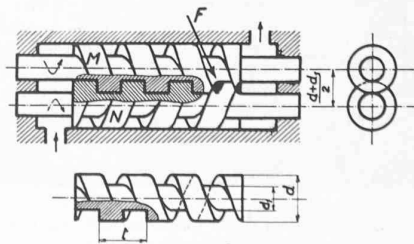


Fig. 3.

En exécutant un filet qui obture complètement la rainure et en entourant les vis d'un carter ajusté, on réalise, avec les rainures, les chambres fermées que l'on rencontre dans toutes les pompes volumétriques. Examinons l'évolution des volumes balayés.

Lors de l'engrènement, un filet pénètre et avance dans la rainure conjuguée où il constitue une sorte de paroi mobile et comme la longueur de la vis est plus grande que son pas, un filet obture plusieurs fois la rainure. La chambre fermée est réalisée entre deux obturations de la rainure par le même filet.

Du fait de la rotation, une première spire provoque l'obturation de la rainure conjuguée ; derrière cette spire c'est l'aspiration. Après une révolution, une deuxième spire pénètre à son tour dans la rainure ; l'aspiration prend fin et la chambre fermée, constituée entre deux spires, continue à se déplacer en sorte que, lorsque la première spire arrive à l'autre extrémité de la vis, elle sort de la rainure et la chambre débouche dans le refoulement. Il en résulte que les chambres d'aspiration et de refoulement sont disposées aux extrémités opposées des vis.

Le schéma de la figure 5 montre comment la pompe à vis peut être assimilée à une pompe comportant une chaîne de pistons. Les parties des diverses spires du filet, venant à chaque tour obturer la rainure, font office de pistons et la rainure fait office de cylindre.

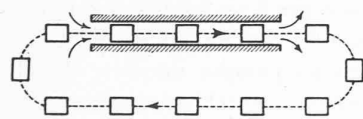


Fig. 5.

Le volume V balayé par tour et par vis est égal à: V' , volume de la rainure correspondant à un pas, diminué de V'' , volume correspondant à la partie du filet de l'autre vis pénétrant dans la rainure et l'obturant. Dans le cas de la figure 3, la largeur de la rainure étant égale à celle du filet, le volume V' de la rainure, correspondant au pas t de la vis, est :

$$V' = \frac{\pi}{4} (d^2 - d_1^2) \frac{t}{2}$$

Le volume V'' obstrué est égal au produit de la section hachée (fig. 4) par la hauteur $t/2$ de la rainure, mesurée axialement. Cette surface hachée S est le quadruple de la différence du secteur OAB et du triangle OBC . Elle peut être calculée à l'aide des relations :

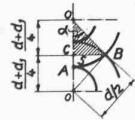


Fig. 4.

$$\cos \alpha = \frac{\left(\frac{d + d_1}{4}\right)}{d/2} = \frac{1}{2} + \frac{d_1}{2d}$$

$$S = \frac{\pi}{4} d^2 \frac{4\alpha}{360} - \left(\frac{d + d_1}{4}\right)^2 2 \operatorname{tg} \alpha.$$

Le filet de la vis conjuguée obstrue donc, dans la rainure, un volume :

$$V'' = S \frac{t}{2} = \left[\frac{\pi}{4} d^2 \frac{4\alpha}{360} - \left(\frac{d + d_1}{4}\right)^2 2 \operatorname{tg} \alpha \right] \frac{t}{2}$$

Le volume balayé par tour et par vis est donc :

$$V = V' - V'' = \frac{\pi}{4} (d^2 - d_1^2) \frac{t}{2} - \left[\frac{\pi}{4} d^2 \frac{4\alpha}{360} - \left(\frac{d + d_1}{4}\right)^2 2 \operatorname{tg} \alpha \right] \frac{t}{2}$$

Le volume V_1 balayé par seconde, d'une pompe comportant deux vis tournant à la vitesse de n tours par minute, est alors :

$$V_1 = \frac{2 V n}{60}$$

Pour réduire les pertes au joint à un minimum, les vis doivent être très bien ajustées dans leur boîtier ; il en est de même pour les filets dans les rainures. Les pertes au joint sont à peu près proportionnelles à la racine de la différence de pression entre l'amont et l'aval du joint. Ainsi, en disposant n joints en série, ces pertes deviennent environ \sqrt{n} fois plus petites.

Pour réaliser n joints en série, la longueur de la vis doit être n fois celle du pas. Il en résulte que les vis des pompes à haute pression sont assez longues.

Avec ces précautions, les pertes au joint sont très réduites et le rendement volumétrique η_v élevé, généralement supérieur à 90 %.

Le débit par seconde devient :

$$Q = \frac{2 n V}{60} \eta_v$$

Construction.

Etant donné les avantages de la pompe à vis, auxquels nous reviendrons plus loin, on peut se demander pourquoi cette machine est née si longtemps après sa devancière, la pompe à engrenage. C'est, sans doute, que la cinématique de l'une est beaucoup moins évidente que celle de l'autre et que la construction des engrenages hélicoïdaux (vis) assurant à la pompe un fonctionnement parfait a exigé la résolution de divers problèmes.

Nous avons parlé plus haut, par exemple, d'un « filet obturant complètement la rainure ». Il va de soi qu'il ne s'agit là que d'une conception théorique et que la réalisation pratique devra, au contraire, prévoir avec soin le jeu strictement nécessaire à un fonctionnement parfait.

De plus, en vue de simplifier notre exposé, nous avons considéré des filets et des rainures de sections rectangulaires ; mais, là encore, on se buterait pratiquement à une impossibilité, sur laquelle nous avons attiré l'attention par la flèche F de la figure 3, montrant que les filets rectangulaires des deux vis entreraient en conflit. On évite cet écueil en donnant au filet un profil trapézoïdal à flancs suffisamment inclinés et en choisissant un pas assez grand, ce qui conduit à des vis à filets doubles.

Il ne nous est pas possible d'insister ici plus longuement

sur les études cinématiques et les mises au point qu'a exigées la construction industrielle des pompes à vis, mais les spécialistes de la taille des engrenages s'en rendront nettement compte.

C'est à l'ingénieur suédois Montélius que revient l'honneur d'avoir apporté une solution rationnelle à ces divers problèmes et d'avoir réalisé une construction qui satisfait pleinement aux exigences de la pratique.

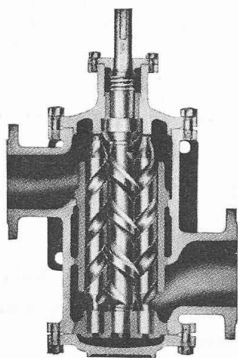


Fig. 6.

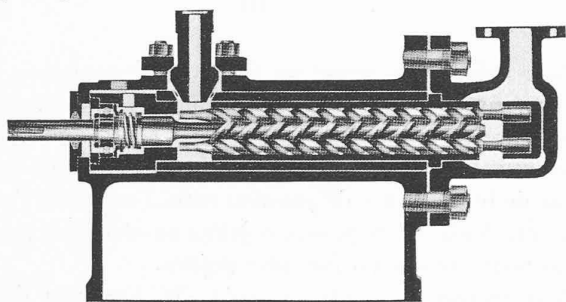


Fig. 7.

Les figures 6 et 7 représentent deux exécutions de pompes comportant trois vis à filets doubles. La pompe représentée dans la figure 7 est à haute pression, comme le fait prévoir la grande longueur de ses vis, égale à 5 fois le pas.

La figure 8 montre que les pompes à vis permettent de réaliser des débits importants; actuellement jusqu'à 6600 l/min.

Dans toutes les constructions, la commande se fait du côté du refoulement. Ceci offre deux avantages; le premier, valable pour tous les types de pompes, c'est d'éviter les entrées d'air. En effet, si le presse-étoupe n'est pas étanche, il s'ensuivra une fuite de liquide, mais pas une entrée d'air, beaucoup plus gênante et plus difficile à déceler. Le deuxième avantage de cette disposition est, qu'en dimensionnant judicieusement le diamètre de sortie de la vis centrale, il est possible d'équilibrer la poussée axiale.

Performances.

La figure 9 donne les caractéristiques d'une pompe, établies pour une vitesse de 2500 t/min, au laboratoire de l'Ecole polytechnique de Stockholm. Elles montrent que la perte au joint augmente un peu avec la pression; toutefois, le rendement volumétrique (volumetrischer Wirkungsgrad) reste élevé, même pour de fortes pressions. Mais ce qui est beaucoup plus intéressant, c'est que le rendement énergétique (Gesamtwirkungsgrad) est aussi très élevé.

Le débit (Fördermenge) est pratiquement indépendant de la pression puisqu'il s'agit d'une pompe

volumétrique. La puissance absorbée (Antriebsleistung) varie linéairement avec la pression.

Conclusions.

Les pompes à vis présentent des caractéristiques intéressantes; leur emploi est spécialement indiqué pour des liquides propres, des débits et des pressions qui imposent aux pompes centrifuges un grand nombre de roues montées en série. Le caractère progressif de l'engrènement hélicoïdal confère à ces pompes une marche beaucoup plus douce que celle des pompes à engrenages ordinaires, ce qui permet d'atteindre, sans inconvénient, des vitesses de rotation élevées, jusqu'à 3000 t/min et même davantage. Cette qualité intrinsèque a été judicieusement utilisée par les constructeurs qui se sont appliqués à lancer sur le marché des modèles bien au point, fabriqués en série, convenant à une gamme très étendue de débits et de pressions, si bien que les pompes à vis tendent à supplanter celles à engrenages dans de nombreuses applications.

Notons encore que, dans les pompes décrites, l'angle d'enroulement des vis utilisées est notablement plus grand que l'angle de frottement; ces vis sont donc réversibles. Une différence de pression entre leurs extrémités en provoque la rotation, en sorte que ce mécanisme peut être utilisé comme moteur hydraulique volumétrique. La combinaison de deux machines, l'une fonctionnant comme pompe, l'autre comme moteur, permet de réaliser un réducteur ou un multiplicateur de vitesse. Les vis de la figure 8 sont précisément celles d'un agrégat semblable.

Pour terminer cet exposé, nous devons remercier M. l'ingénieur Hurlimann, représentant des pompes IMO en Suisse, qui a bien voulu mettre à notre disposition les clichés des dernières figures.

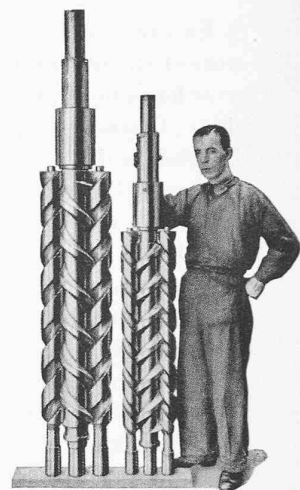


Fig. 8.

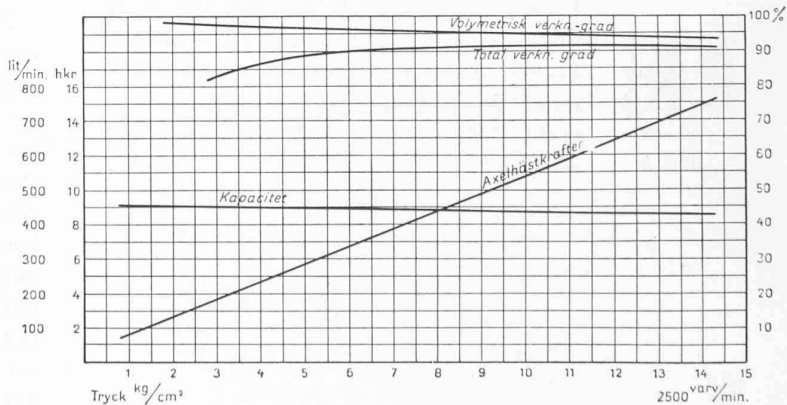


Fig. 9. — Caractéristiques d'une pompe IMO relevées au laboratoire de l'Ecole polytechnique de Stockholm.