

Système d'arrosage automatique

36 – Systèmes de pompage – partie 1

(version 2025-08-04)

Travail sur la partie actionneur de la chaîne de traitement de l'information du système d'arrosage automatique.
Durée : entre 20 minutes et 30 minutes (lecture uniquement).

1 – Principe des pompes, un peu d'histoire et de terminologie

Les pompes font partie des machines utilisées quotidiennement, mais complètement cachées et oubliées de tous.

Leur fonction première était l'acheminement d'eau d'un point à un autre, mais avec l'évolution des techniques de nombreuses autres applications ont vu le jour, diversifiant les solutions et les applications.

Dans la quasi-totalité des cas c'est une partie mécanique en mouvement qui permet de générer une **différence de pression** et ainsi de mettre un liquide en mouvement. Cependant, dans certains cas, c'est le mouvement de l'eau qui est utilisé pour provoquer la différence de pression (effet bélier et effet Venturi).

La différence de pression peut être soit positive, et le liquide est alors **refoulé** par la pompe, soit négative, et le liquide est alors **aspiré** par la pompe.

Les pompes sont caractérisées par plusieurs grandeurs physiques, qui dépendent de leur **géométrie**, mais aussi de la qualité de la fabrication.

Les caractéristiques principales liées à la géométrie de la pompe sont :

- La **cylindrée**, qui correspond au volume de liquide déplacé par "unité de mouvement" (un aller-retour pour les pompes rectilignes, un tour pour les pompes rotatives). Cette grandeur s'exprime en cm^3 et dépend uniquement de la géométrie de la pompe.
- La **différence de pression théorique**, liée uniquement à la géométrie de la pompe si elle était parfaite et non pas la différence de pression réelle qui prend en compte la qualité de la fabrication. Il s'agit de la différence de pression du liquide entre l'entrée et la sortie de la pompe, exprimée en Pascals (Pa)

D'autres caractéristiques dépendent de ces deux caractéristiques géométriques :

- Le **débit volumique** (la quantité d'eau déplacée par unité de temps) qui dépend de la cylindrée, et de la **fréquence** de fonctionnement du système qui entraîne la pompe (fréquence parfois limitée par la géométrie de la pompe) et s'exprime en cm^3/s .
- La **puissance hydraulique** (ou puissance réelle), exprimée en Watts (W), qui dépend de la différence de pression théorique et de la puissance du système d'entraînement (puissance théorique).

À noter :

On parle de **liquide** et non pas seulement d'eau car les pompes trouvent des applications dans de très nombreux domaines. Elles peuvent servir à aspirer et refouler de l'huile, de la graisse, ou d'autres matières à l'état liquide, voire mélangées à un liquide.

Nous pourrions aussi parler de **fluides**, car les mécanismes servant à mettre en mouvement des gaz dans les compresseurs fonctionnent exactement comme les pompes, et certaines pompes fonctionnent exactement comme un ventilateur.

2 – Les différentes utilisations des pompes

L'utilisation la plus évidente des pompes est permettre la **circulation** d'un liquide, et on pense alors le plus souvent aux pompes des systèmes d'arrosage, à celles des systèmes de filtration des piscines, ou à celles qui prélèvent l'eau dans les nappes phréatiques et nous distribuent l'eau potable.

En cherchant un peu plus, on trouve d'autres pompes autour de nous, dans certaines cafetières, ou même dans le lave vaisselle qui en utilise deux différentes. Ce sont encore des pompes qui servent à faire circuler de l'eau.

En restant dans la cuisine, on trouve une autre pompe dont la fonction est différente : celle du réfrigérateur. Elle est là pour comprimer le fluide "**caloporteur**" qui **s'échauffe** lors de la **compression** (comme dans une pompe à vélo), puis passe dans un radiateur tout en restant sous pression pour revenir à température ambiante, et est **détendu** dans l'enceinte du réfrigérateur ce qui le **refroidit**, absorbant ainsi les calories présentes et refroidissant les aliments.

C'est ce même principe qu'on retrouve dans les climatiseurs, mais aussi dans les déshumidificateurs car le fait de refroidir l'air provoque la condensation de l'eau présente dans l'air (comme lorsqu'on souffle dehors en hiver quand il fait froid) et l'eau peut alors être évacuée.

Nous venons d'évoquer le cas des compresseurs permettant de mettre un gaz sous pression, mais dans certains cas, ce n'est pas un gaz qui est mis sous pression, mais un liquide, et cette pression peut alors servir à actionner des vérins (vérins hydrauliques), parfois très puissants, comme pour les engins de chantier ou les machines-outils industrielles, ou tout simplement pour les freins à disque des voitures.

C'est aussi une pompe qui est utilisée pour mettre sous pression l'eau pour le découpage par jet d'eau.

Et enfin (pour ce cours du moins, cette liste n'est pas exhaustive), les pompes sont aussi utilisées pour le dosage de liquides dans l'industrie chimique et agro-alimentaire, ou encore pour doser le carburant dans les moteurs à combustion interne de nos véhicules. On utilise alors des pompes pour lesquelles la quantité de liquide déplacé à chaque cycle de fonctionnement est connue.

3 – Des techniques de pompage variées

La liste des techniques de pompage est assez longue (et j'en ai certainement oublié !) et leur classement est assez complexe car certaines pompes combinent plusieurs mécanismes qui les font rentrer dans plusieurs catégories.

On peut par exemple les classer en fonction du mouvement qui actionne le mécanisme de la pompe : **rotation** ou **translation**, mais certaines utilisent les deux, comme les pompes rotatives à piston.

Certains les classent selon la présence (ou non) de **cavités** dont la taille varie (ou non) pour mettre en pression ou en mouvement le liquide.

La liste ci-dessous est, encore une fois, très certainement incomplète, mais regroupe tout de même les solutions les plus courantes.

Chacune de ces solutions techniques apporte son lot d'avantages et d'inconvénients, que ce soit en terme de débit (la quantité d'eau déplacée par unité de temps) ou de différence de pression créée par le mécanisme.

- Pompes rotatives "dynamiques".
Ces pompes n'utilisent pas de cavité de taille variable ou pas de cavité du tout, mais un rotor pour transmettre de l'énergie cinétique au liquide.
On en distingue deux types :

- axiales, qui fonctionnent sur le principe des hélices d'un bateau ou des pales d'un ventilateur, ou encore avec une vis sans fin (ou même une vis sans fin dans une cavité hélicoïdale pour la pompe moineau). Le liquide se déplace dans la même direction que l'axe de rotation.
 - centrifuges, qui aspirent le liquide par le centre du rotor et le refoulent en périphérie du rotor grâce à la force centrifuge.
- Pompes à "déplacement positif" ou "volumétriques"
Ces pompes utilisent une cavité dont la taille varie au cours du cycle, compressant le liquide et le forçant ainsi à se déplacer.
Encore une fois on en distingue plusieurs types (présentées dans cette vidéo qui montre leur fonctionnement avec des animations : <https://www.youtube.com/watch?v=Qy1iV6EzNHg>) :
 - à translation simple avec piston simple ou double effet) : pompe à bras et "pompes à feu" (piston mis en mouvement par une machine à vapeur)
 - rotatives à palettes
 - rotatives à engrenages
 - rotatives à piston
 - Pompe à effet Venturi : des pompes sans pièces mécaniques, qui utilisent un principe physique lié à la conservation de l'énergie : https://fr.wikipedia.org/wiki/Effet_Venturi
 - Pompe à effet bélier, mis au point par les frères Montgolfier, composées de deux clapets et d'une "chambre de pression", qui "fuit", et utilisent la force de l'eau (chute d'eau ou cours d'eau) pour fonctionner : https://fr.wikipedia.org/wiki/Bélier_hydraulique.
 - Pompe péristaltique, utilisées essentiellement dans le milieu médical et agro-alimentaire, lorsque le liquide ne doit pas être mis en contact avec les parties mécaniques de la pompe, pour garantir un environnement stérile : https://fr.wikipedia.org/wiki/Pompe_péristaltique
Ces pompes utilisent un tube flexible dans lequel le liquide est entraîné par un système de "galets" qui pressent le tube pour faire avancer le liquide, comme on pourrait le faire avec les doigts.
 - Pompes à membrane, actionnées soit par un système pneumatique soit par un système mécanique (pompe Valdès)

Une liste est disponible sur la page Wikipedia sur les pompes qui a servi de référence pour la rédaction de ce cours : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Pompe>