

Cours de Turbomachines



I. GENERALITES SUR LES TURBOMACHINES

1°) Définition

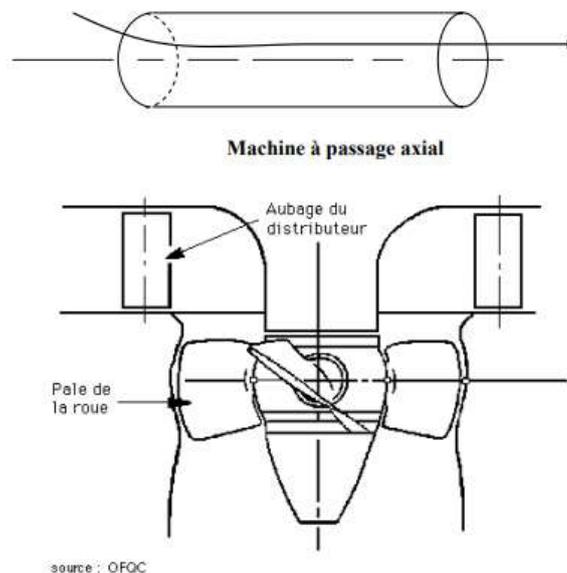
On appelle turbomachine toute machine dans laquelle un fluide échange de l'énergie avec un ensemble mécanique de révolution tournant autour de son axe de symétrie (une ou plusieurs roues ou rotors munis des aubes ou des augets).

2°) Classification et Géométrie

Dans les turbomachines le transfert d'énergie s'effectue entre le fluide et une roue mobile. La théorie du fonctionnement est la même quel que soit le sens du transfert, mais on distingue :

- **Les turbines**, dans lesquelles l'énergie du fluide fait tourner la roue : turbines, éoliennes, etc.... Dans ces machines l'énergie du fluide est cédée à la roue.
- Les **turbopompes et les turbocompresseurs** qui ont pour objet principal de **mettre sous pression, soit un liquide, soit un gaz**.
- Les **turbosoufflantes, les ventilateurs, les hélices** dans lesquels on communique au fluide à la fois de l'énergie de pression et de l'énergie cinétique en proportion variable selon les appareils.

Suivant la manière dont le fluide traverse la roue mobile, on dit que, dans la traversée d'une machine, on a un **passage axial** là où la vitesse du fluide n'a en plus de sa **composante circumférentielle**, qu'une **composante axiale**; chaque ligne de courant se trouve sur la surface d'un cylindre circulaire coaxial à la machine. Une machine est dite axiale si le courant y est sensiblement axial, du moins dans la région où la majeure partie du travail est effectuée. Citons les pompes et les ventilateurs hélicoïdes, des turbines à hélices et les **turbines Kaplan** (figure 1).



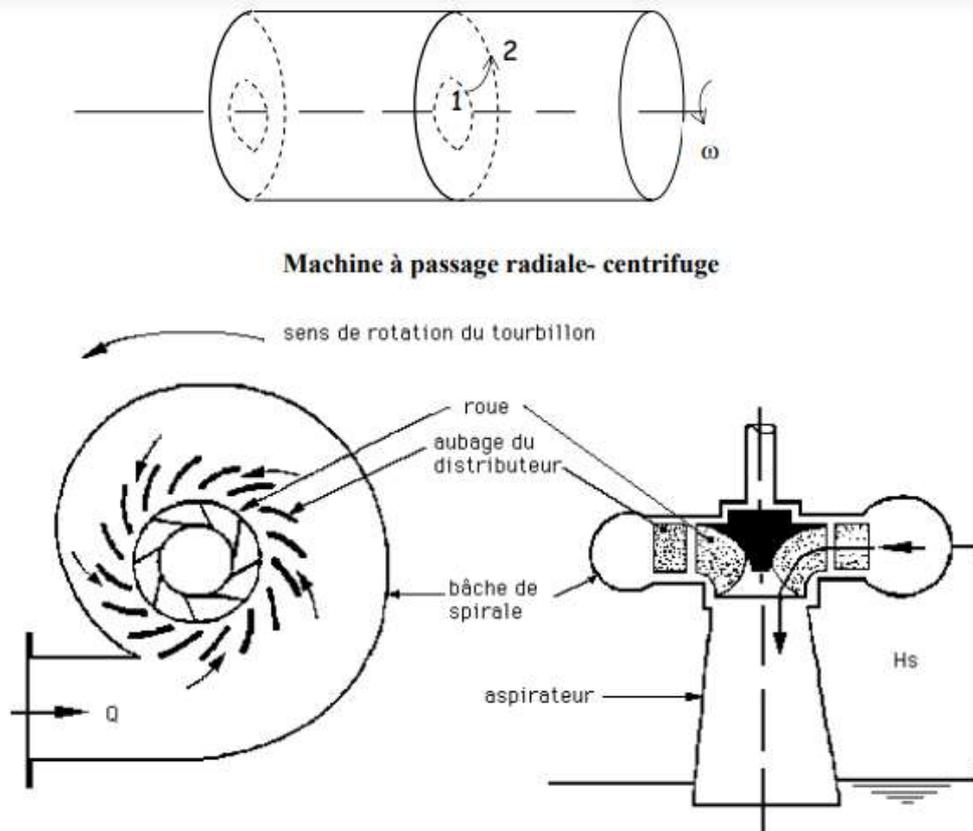
source : OFGC

Figure 1: Vue Schématique d'une turbine Kaplan

De façon analogue, on dit qu'on a un **passage radial** là où la vitesse n'a, en plus de sa **composante circumférentielle**, qu'une **composante radiale**; chaque ligne de courant se trouve dans un plan perpendiculaire à l'axe de la roue (Les particules fluides se déplacent dans des plans normaux à l'axe de la roue). Une machine est dite radiale si le courant y est à peu près radial. Dans ce cas on qualifie de :

- **Centrifuges**, les machines dans lesquelles les particules s'éloignent de l'axe,
- **Centripètes**, les machines dans lesquelles les particules se rapprochent de l'axe.

Citons les **pompes** et les **ventilateurs centrifuges**, les **turbines hydrauliques Francis** (figure2).



source : OFQC

Figure 2: Vue schématique d'une turbine Francis

Activ



Roues d'une turbine Francis

On dit qu'une turbomachine est à **passage mixte**, **hélico-centrifuge** ou **hélico-centripète**, quand le courant possède trois composantes: circonférentielle, axial et radial à l'une des extrémités. Les particules fluides se déplacent sur des **surfaces de révolution coaxiales** à l'axe de la roue (des cônes de révolution par exemple).

Pour les machines à **passage tangentiel**: les particules fluides se déplacent dans des plans parallèles à l'axe de la roue. Par exemple, pour les turbines hydrauliques Pelton, on fait agir sur la roue un ou plusieurs jets qui arrivent sur les augets avec une vitesse possédant seulement une composante circonférentielle (figure 3).

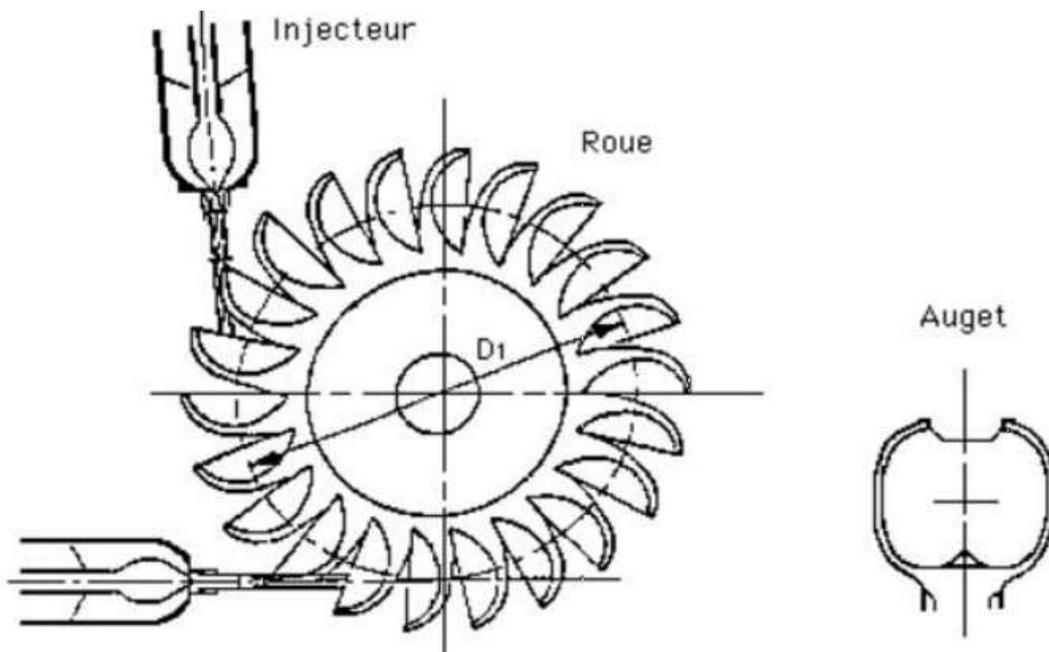


Figure 3 : Turbine Pelton

- **Les turbomachines hydrauliques génératrices** ont pour fonction d'accroître l'énergie du fluide qui les traverse sous forme potentielle ou cinétique, c'est essentiellement les turbopompes.
- **Les turbomachines hydrauliques réceptrices** ont pour fonction de recueillir l'énergie qui leur est cédée par le fluide qui les traverse, cette est transformée en énergie mécanique. En fluide incompressible, les seules turbomachines réceptrices sont les turbines hydrauliques.
- Les turbomachines réversibles sont tantôt réceptrices tantôt génératrices.

3°) Constitution des turbomachines

Une turbomachine est composée essentiellement d'un **mobile de révolution** tournant dans un stator limitée par une enveloppe étanche. Suivant que ce mobile comporte un ou plusieurs rotors, la machine est dite monocellulaire ou multicellulaire. Une machine monocellulaire complète se compose des trois organes distincts que le fluide traverse successivement, soit, depuis l'entrée jusqu'à la sortie, le **distributeur**, le **rotor** comportant une **roue** et le **diffuseur**. **Le distributeur et le diffuseur font partie de stator de la machine.**

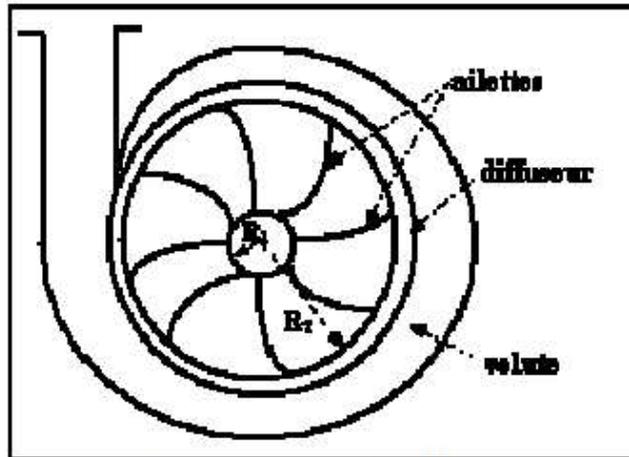
- **Distributeur** : cet organe fixe a pour rôle de conduire le fluide depuis la section d'entrée de la machine jusqu'à l'entrée du rotor.

- **Roue** : c'est l'organe essentiel de la turbomachine, il **comporte des aubages** où s'opèrent les échanges entre énergie mécanique et énergie du fluide. La **forme géométrique** de la roue qui impose l'allure générale de la trajectoire des particules fluide à travers de cet organe, constitue une **base de classification**. Elle varie suivant les divers **paramètres de fonctionnement (hauteur produite, débit et vitesse de rotation)** résumés par un seul paramètre ou **nombre de Brauer, N_s** , défini plus loin. On notera une évolution progressive depuis les plus faibles valeurs pratiques du paramètre N_s (25) jusqu'aux plus élevées (285). Aux valeurs faibles et moyennes correspondent des roues à écoulements centrifuges, aux plus élevées des pompes hélices.

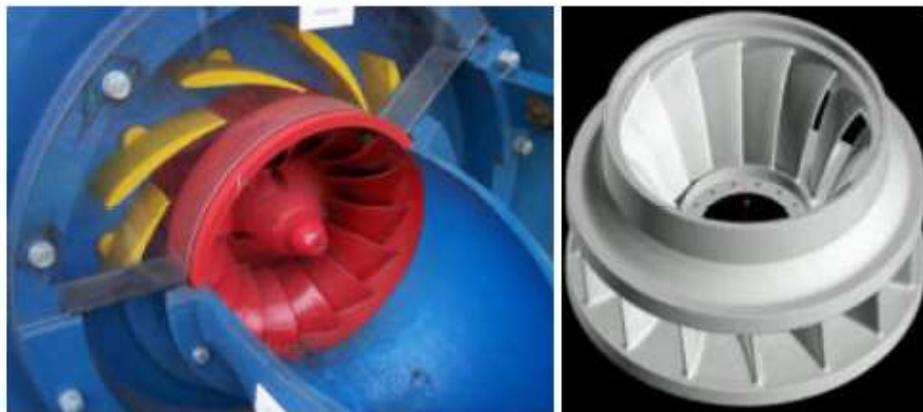
- **Diffuseur** : c'est l'organe qui est destiné à **transformer en pression l'énergie cinétique résiduelle** de l'eau, tout en évacuant celle-ci. On trouve deux types de diffuseurs :

Diffuseur à ailettes : Dans les diffuseurs à ailettes, un certain nombre d'aubages, de tracé curviligne analogue à celui des aubes de la roue, assure cette transformation. Ce type de diffuseur est très généralement utilisé dans les pompes multicellulaires.

Diffuseur Colimaçon : Pour les pompes centrifuges à une seule roue, on utilise le plus souvent un type de diffuseur qui joue en outre un rôle de collecteur de débit à la périphérie de la roue, à cause de sa forme, il a reçu le nom de colimaçon.



Pompe à volute et à diffuseur



Diffuseur à ailettes