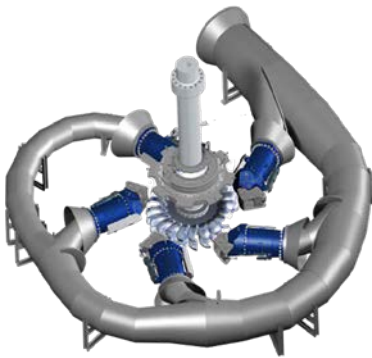


Chapitre IV

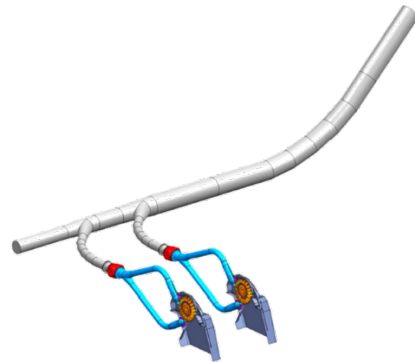
Les Turbines Hydrauliques

1) La Turbine Pelton

Cette turbine doit son nom à Lester Allan Pelton (1829-1908) qui en cherchant de l'or en Californie, a conçu une roue avec des cuillères périphériques, que l'on appelle **augets**, pour utiliser l'énergie cinétique provenant d'un **jet d'eau** sortant d'un tuyau. Par sa structure, la turbine Pelton est alors une machine radiale. Dans les turbines modernes, le jet est créé par un injecteur dont le débit est réglé grâce à un pointeau qui se déplace. Une turbine peut posséder de 1 à 6 injecteurs. La figure 1 schématise une turbine Pelton.



Distributeur 5-6 injecteurs



Distributeur 2 injecteurs

1.1 Les Paramètres

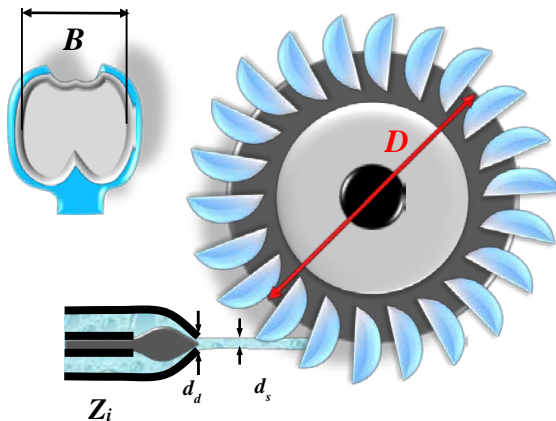


FIG.: Turbine Pelton

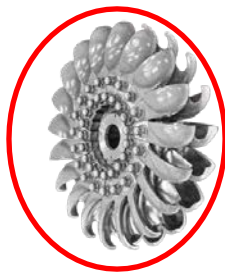
- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| D : diamètre de référence | Za : nombre d'augets |
| da : diamètre de la buse | Zi : nombre d'injecteurs |
| ds : diamètre du jet | B ; largeur d'augets |

La turbine Pelton est une turbomachine à impulsion dans laquelle l'écoulement d'eau transfère l'énergie cinétique au rotor tandis que la pression demeure constante entre l'entrée et la sortie des pales. Elle est employée lorsque le rapport entre l'énergie potentielle et l'énergie cinétique est grand. Donc, on l'utilise pour des grandes hauteurs (500— 1000 m) et des débits relativement faibles.

Dans les systèmes métriques pratiques, la vitesse spécifique se situe entre 10 et 60 tandis que pour le système anglais elle est de 2 à 12. La vitesse spécifique adimensionnelle indique un domaine d'application dans l'intervalle $0.03 \leq N_s \leq 0.15$.

$$n_s = \frac{n \dot{W}^{1/2}}{H^{5/4}}$$

n_s



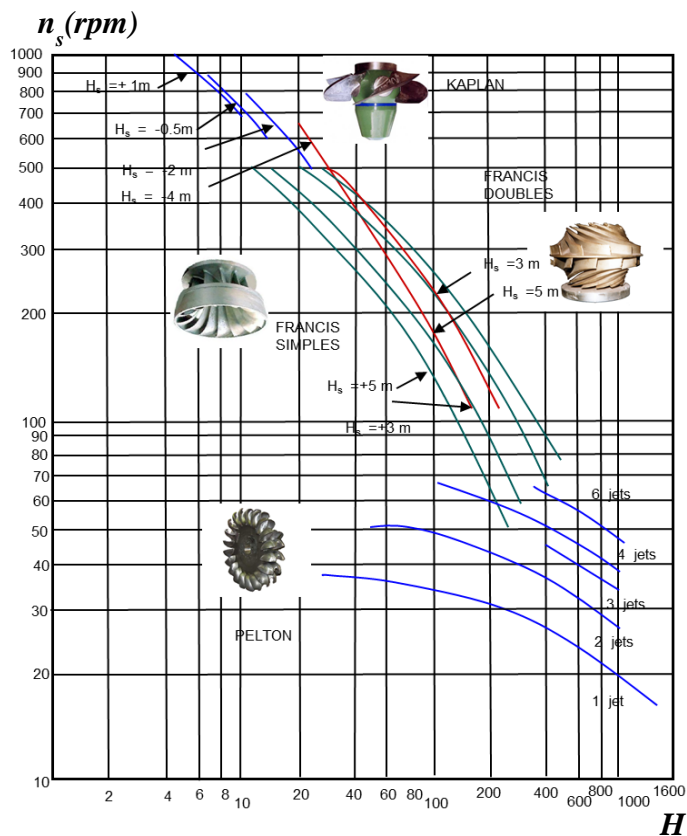
Pelton

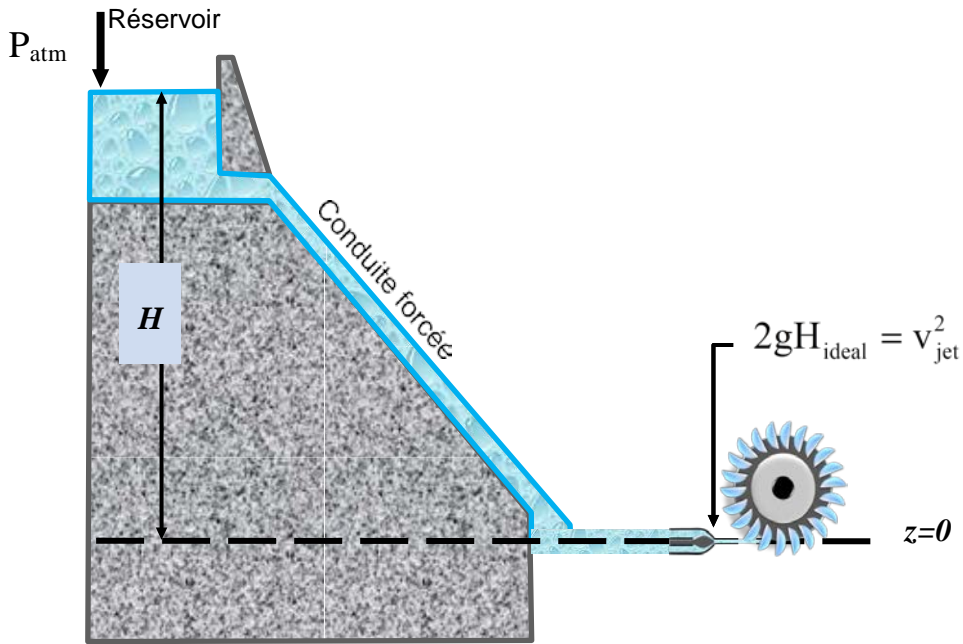


Francis



Kaplan





1.2 Puissance idéal

Pour les turbines, les relations décrivant l'énergie spécifique sont semblables à celles développées pour les pompes. Notamment on a :

$$H_{\text{idéal}} = \frac{(u_1 c_{1u} - u_2 c_{2u})}{g}$$

Ou encore après l'application de la relation trigonométrique des cosinus :

$$H_{\text{idéal}} = \frac{(c_1^2 - c_2^2)}{2g} + \frac{(u_1^2 - u_2^2)}{2g} + \frac{(w_2^2 - w_1^2)}{2g}$$

Puisque pour une turbine de type Pelton $u_1 = u_2 = u$ et que dans l'absence des pertes

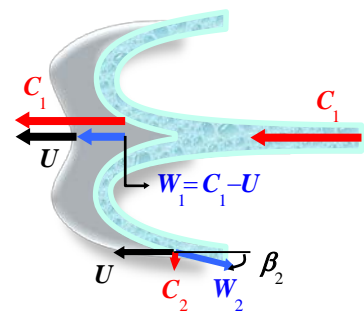
$w_1 = w_2 = w = v_{\text{jet}} - u$, alors :

$$H_{\text{idéal}} = \frac{(c_1^2 - c_2^2)}{2g}$$

1.3 Puissance : cas idéal $\beta_2 \neq 0$

A partir du triangle de vitesses, on a la relation géométrique :

$$u^2 + w^2 - 2uw \cos \beta_2 = c_2^2$$



Et puisque $\beta_1 = 0$ on a

$$u^2 + w^2 = c_1^2 \quad \text{de sorte que} \quad H_{\text{idéal}} = \frac{(c_1^2 - c_2^2)}{2g} = \frac{uw(1 + \cos \beta_2)}{g}$$

Si on remplace $u = r\omega$ et $w = v_{\text{jet}} - u$, avec R le rayon de la roue,

ω la vitesse de rotation on obtient l'énergie spécifique réelle produite par la turbine. C'est-à-dire :

$$H_{\text{idéal}} = \frac{r\omega(v_{\text{jet}} - r\omega)(1 + \cos \beta_2)}{g}$$

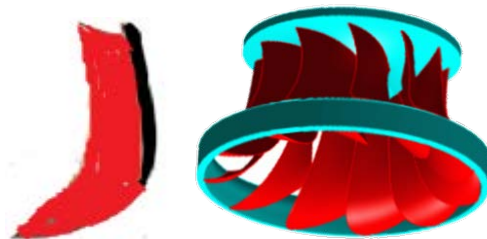
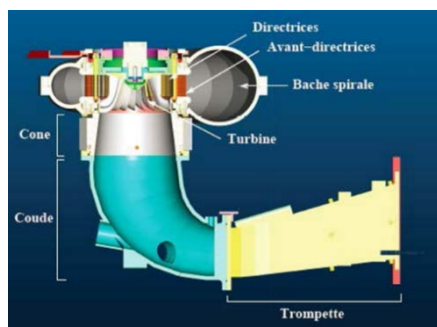
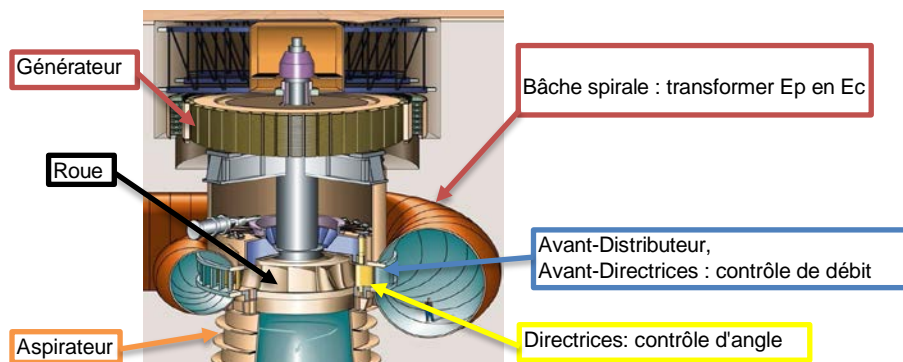
$$u = r\omega = \frac{v_{\text{jet}}}{2}$$

et la vitesse du jet $v_{\text{jet}} = \sqrt{2gH}$,

2) La Turbine Francis

2.1 Composantes

La figure 4.1 illustre les principales composantes d'une turbine Francis.



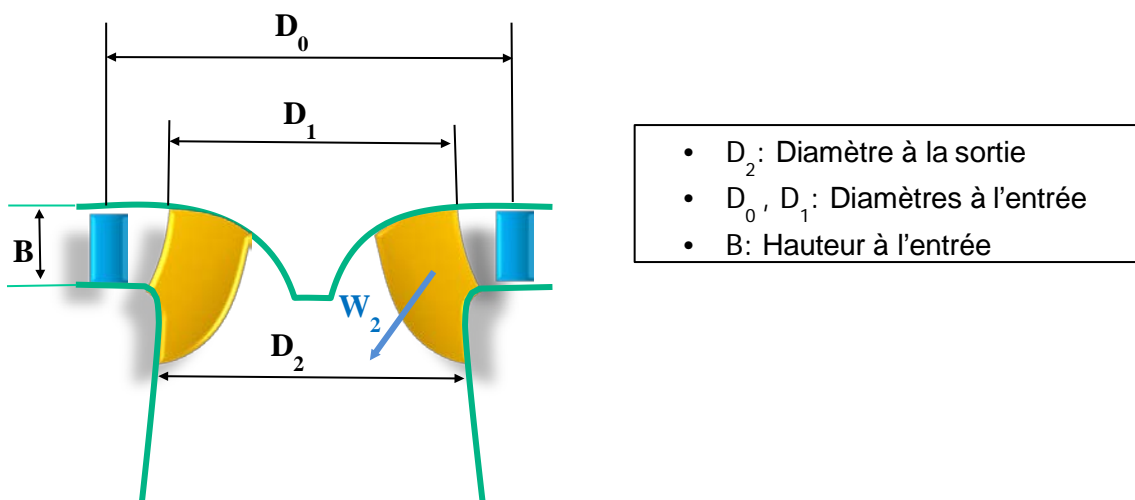
La figure 4.1 composantes d'une turbine Francis.

L'eau est distribuée uniformément sur la circonférence de la roue par une **volute** que l'on appelle la bache spirale. De cette volute, l'eau passe par le **distributeur** ou l'on trouve une couronne d'aubes nommés les avant-directrices. U s'agit des pales non-orientables qui fournissent une pré rotation à l'écoulement. Par la suite, l'écoulement, passe par une série d'aubes orientables servant à contrôler le débit ainsi que le transfert d'énergie dans la turbine lorsque la demande varie. Ceux-ci reçoivent le nom **d'aubes directrices**. L'eau quitte ces éléments passe par **le rotor** ou elle cède de l'énergie et finalement passe par **le diffuseur** qui joue le rôle d'aspirateur.

Le travail spécifique que l'on peut extraire d'une turbine est. Donnée par :

$$w_e = \frac{p_1 - p_2}{\rho} + \frac{c_1^2 - c_2^2}{2} + (z_1 - z_2)$$

2.2 Dimensions



2.3 Triangle des vitesses :

Il existe trois types de triangles de vitesse en entrée et sortie pour une Francis turbine Les triangles sont faits pour :

- Les turbines lentes, (B/D_1 petit)
- Les turbines moyennes
- Les turbines rapides. (B/D_1 grand)

