

ex 3

(4)

Dans une conduite le débit qui s'écoule est 180 l/s, on suppose que les pertes de charge par metre lineaire est $\Delta H = 1,45 \times 10^{-3}$ m.

Donner en kW la puissance perdue pour faire circuler le débit Q le long de 1 km dans la conduite. on donne $g = 10 \text{ m/s}^2$

Solution

Les pertes de charge sont donné par

$$\Delta H = \lambda \frac{L}{D} \frac{V_1^2}{2g} = 1,45 \times 10^{-3} \text{ m}$$

ΔH pour 1 km cad 1000 m c'est

$$\Delta H = 1,45 \times 10^{-3} \times 1000 = 1,45 \text{ m.}$$

Puissance perdue pour 1 km est donc

$$P = \rho g Q \Delta H = 10^3 \times 10 \times 180 \times 10^{-3} \times 1,45 = 2610 \text{ W}$$

Puissance perdue = 2,61 kW.

(5)

+

I Centrales Hydraulique

1. Principe:

Dans une Centrale Hydro-electrique La source d'energie est la force de l'eau.

En effet l'energie que met en jeu une chute d'eau naturelle ou artificielle de hauteur H et de debit Q est theoriquement

L'energie potentielle emmagasinee

$$E_p = mgh \text{ [Joules]}$$

Puisque la masse d'eau $m = \rho Q$.

ρ = masse volumique de l'eau [10^3 kg/m^3]

Q = debit d'eau [m^3/s]

$$P = \rho Q g H = \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] \cdot \left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right] \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right] \cdot \text{m}$$

$$= \left[\text{kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^3} \right] = \left[\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m} \right] \cdot \left[\frac{1}{\text{s}} \right] =$$

$$\text{J} \cdot \left[\frac{1}{\text{s}} \right]$$

$$[\text{W}] = [\text{J/s}]$$

~~[W]~~ d'ou $P = \rho g Q H \quad [\text{W}] = \boxed{9,81 Q H \cdot \text{KW}}$

(6)

Donc pour avoir une puissance importante il faut que le produit QH soit élevé.

L'idéal serait d'avoir simultanément un grand débit et grande hauteur H .

2. Forces exercées par les fluides en mouvements.

La connaissance des forces exercées par les fluides en mouvement est d'une importance considérable dans l'analyse et la conception des turbines.

Pour cela le principe de la quantité de mouvement devient une importance primordiale

Principe

Impulsion linéaire = la variation ^{linéaire} de la quantité de Mv qui se traduit par :

$$\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt} \Rightarrow \vec{F} \cdot dt = d\vec{P} = M (v_f - v_i)$$

$$(\sum F) \cdot dt = M \Delta v$$

Cas des fluides (eau)

$$(\sum F) \cdot dt = M (v_f - v_i) = \rho Q (v_f - v_i)$$

(7)
de Pa on definit

$$\text{la poussée } F = \frac{\rho Q}{g} (v_f - v_i) \text{ en [kg]}$$

* La puissance fournie par la poussée

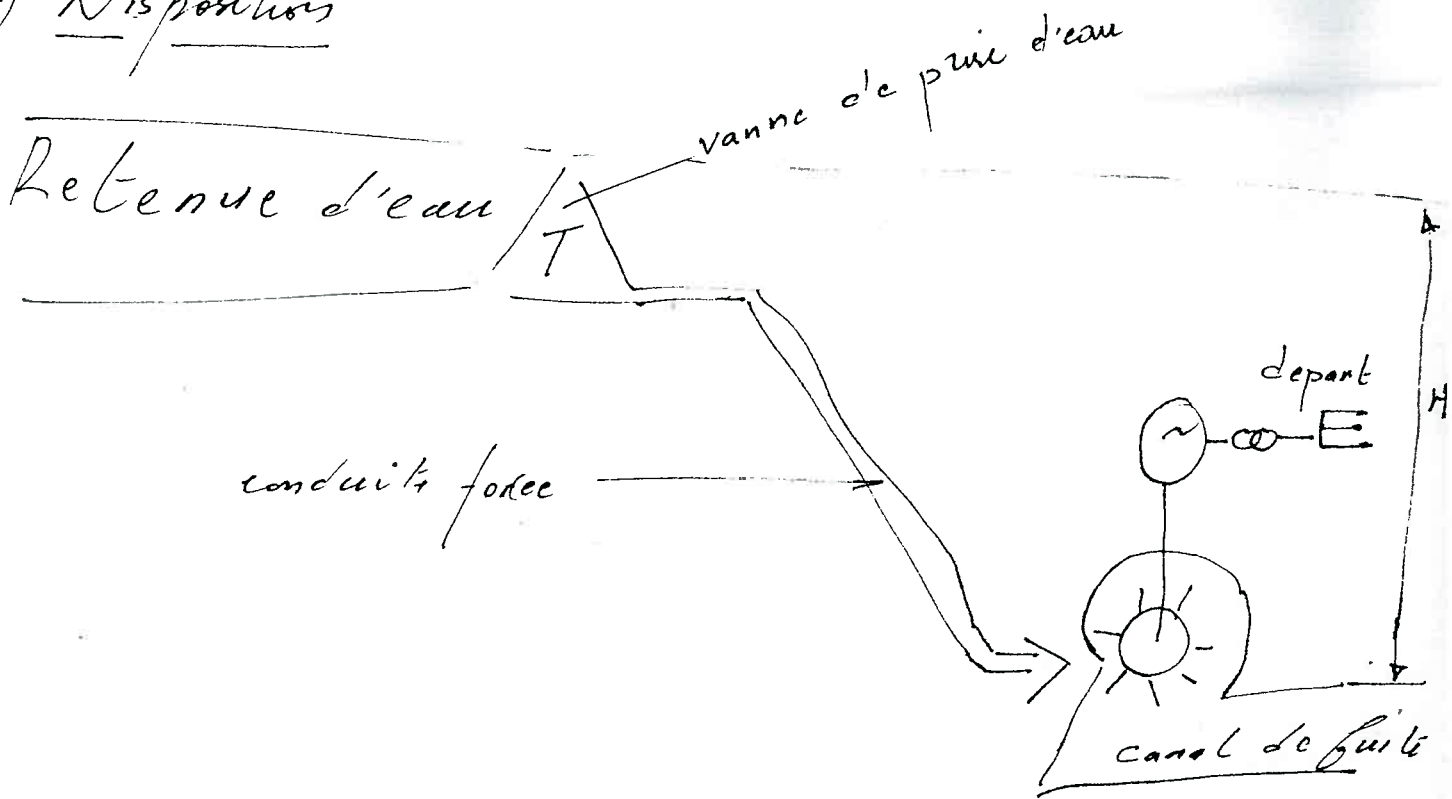
$$P = F \cdot v = \rho Q (v_f - v_i) \cdot v_i \text{ en kg/s}$$

La puissance consommée = variation de l'énergie cinétique

$$P_c = \frac{\rho Q}{2} [(v_f)^2 - (v_i)^2]$$

En résumé:

Dans une Centrale hydraulique l'énergie potentielle d'une masse d'eau se transforme en énergie cinétique qui à son tour se transforme en énergie mécanique - puis électrique.

3) Dispositifs

Remarque: La construction de l'alternateur est liée à la turbine de façon à avoir 50 Hz

$$n = \frac{f}{P} \quad n = \text{tr/min}$$

$$f = \text{Hz}$$

P = nb de paire de pôle.

ex: turbine a $n = 375 \text{ tr/min}$

L'alternateur comportera $P = \frac{f}{n} = \frac{50 \times 60}{375} = 8$ paires de pôle.

Différents Types d'aménagements.

Les aménagements hydro-électriques (C.H) sont classés en 3 catégories selon deux critères: hauteur de la chute - réservoir

On trouvera donc:

Les hautes chutes: $H > 200 m$ le débit est modeste $Q = 50 m^3/s$

Moyenne chute: $30 < H < 200 m$ $Q \approx 300 m^3/s$

Basse chute: $H < 30 m$ débit important: $[Q \approx 1500 m^3/s]$

IV) Les différents Types de Turbines

Nous allons voir quelques indications sur les turbines dans les quelles s'effectue la transformation de l'énergie cinétique en mécanique.

Turbine Pelton: convient très bien aux très hautes chutes (200 - 2000 m) elle est en générale alimentée par des conduites forcées

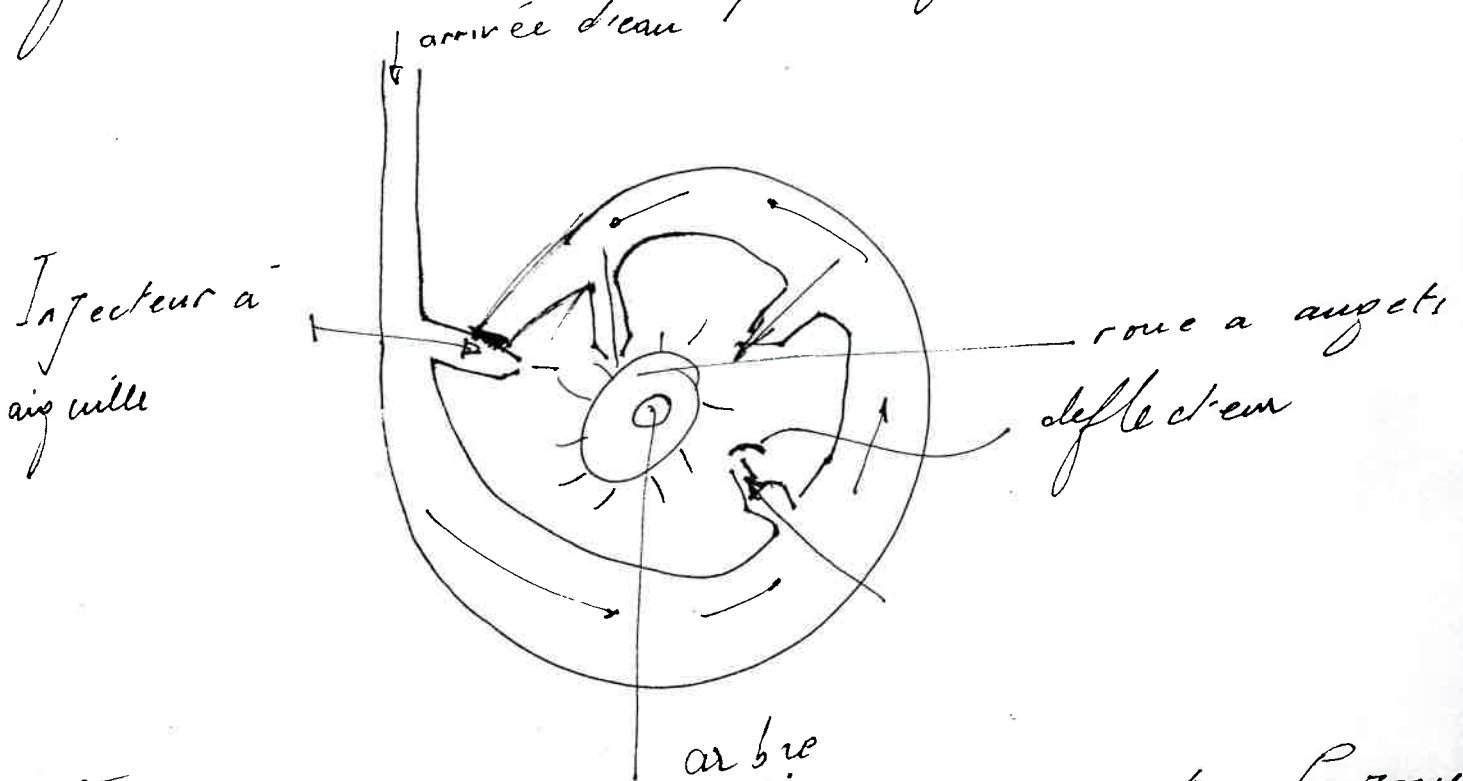
Turbine Francis: elle est très répandue dans les chutes comprise entre 20 ÷ 350 m

Turbine Kaplan: elle convient au basse chute (5 ÷ 30 m)

Les différents types de Turbines

Indications Communes Sur Les Turbines

Une turbine est un moteur composé d'une roue mobile sur laquelle est appliquée l'énergie d'un fluide moteur (eau, vapeur, gaz etc...)



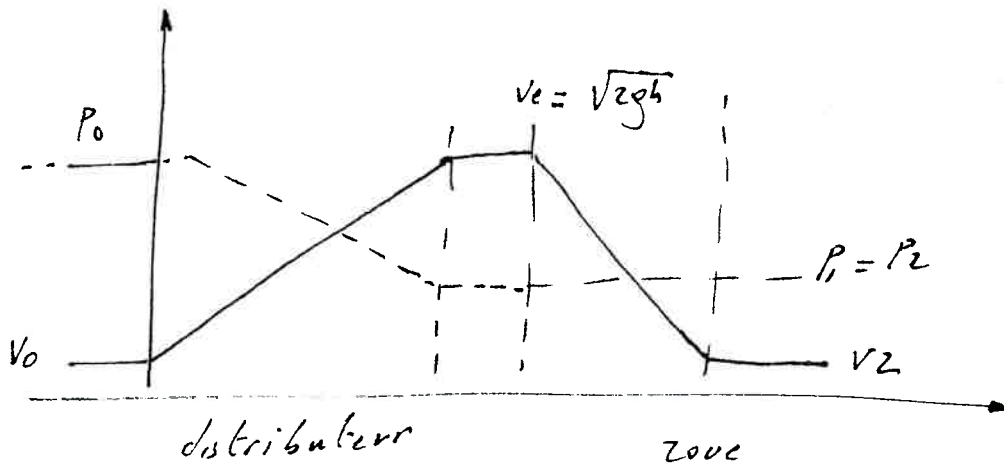
Injecteurs : ils ont pour rôle d'alimenter la roue et de permettre le réglage du débit.
L'eau pénètre dans les injecteurs à faible vitesse et sort à grande vitesse

$$V = \sqrt{2gH_n} \quad : \text{dépend que de la hauteur}$$

$H_n = \text{hauteur nette.}$

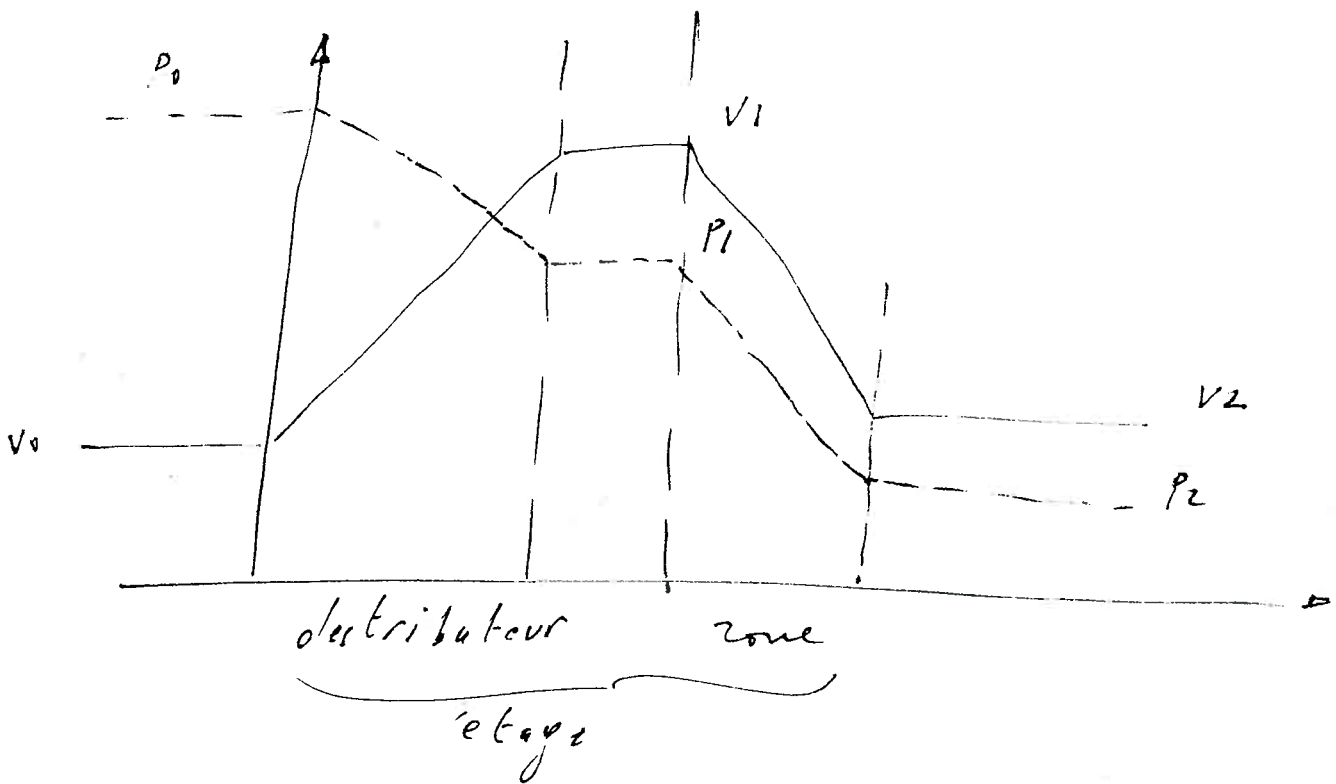
La puissance est réglable par le débit Q .

(141)
Turbiné à action et turbine à réaction



étage

Turbiné à action



Turbiné à réaction

Different types of turbines

Turbine Pelton: C'est une turbine à action C.A.D. à une pression atmosphérique. elle convient très bien aux très haute chutes (200 - 2000m) elle est généralement alimentée par des conduites forcées.

Turbine Francis C'est une turbine à réaction C.A.D. que l'eau pénétrant dans la turbine arrive à vitesse réduite ou utilisée à la fois l'énergie cinétique due à la vitesse et l'énergie potentielle due à la pression de l'eau. elle est très répandue dans les chutes comprises entre 20 - 350 m.

Turbine Kaplan: C'est aussi une turbine à réaction dans le système est conçu essentiellement suivant le même principe que pour les turbines Francis sauf que le rotor est à aubes réglables pour améliorer le rendement.

elle convient aux très basses chute [de 5 - 30m]

Rendement des Turbinis

Par définition $\eta = \frac{P_s}{P_e}$

P_s = Puissance de sortie = Puissance fournie par la turbine

P_e = Puissance d'entrée = Puissance mise en fonction par la chute d'eau.

$P_s = P_T = T \cdot \omega$: T couple moteur en newton metre (N.M)

ω = vitesse angulaire en (rad/sec)

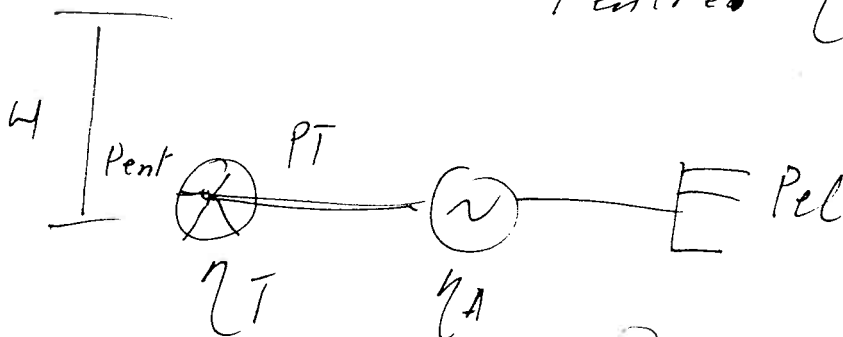
P_T = Puissance mécanique en watts

$$P_e = \rho g Q (H - \Delta H) = \rho g Q H_n$$

H_n : hauteur nette

ΔH : pertes en [m]

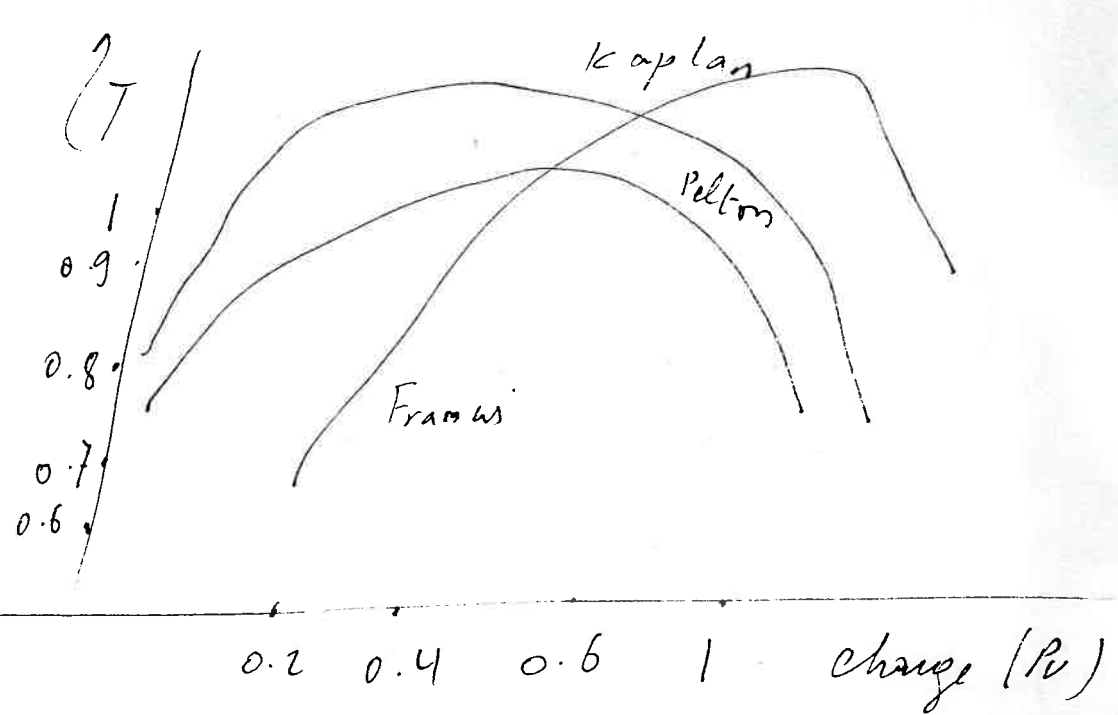
$$\eta_G = \frac{P_{elec}}{P_{entree}} \quad \eta_G \text{ rendement global}$$



$$\eta_A = \frac{P_{el}}{P_T} = \frac{P_{el}}{P_{sT}} \quad \eta_G = \eta_A \cdot \eta_T$$

$$\eta_T = \frac{P_T}{P_e} \quad (7)$$

Comparisons des differentes turbines par leur rendement.



Installations de transfert d'energie par pompage

Les installations hydro-electrique ou l'habitude de demander rapidement et pas de pertes en ressource.
 Ce qui a conduit au installations de transfert d'energie par pompage.

