

15. L'énergie hydraulique

15.4 – Initiation technique à l'hydraulique

Michel Sabourin, ing.

Département de génie mécanique

Patrick Turcotte, ing.

Département de génie mécanique

Daniel R. Rousse, ing., Ph.D.

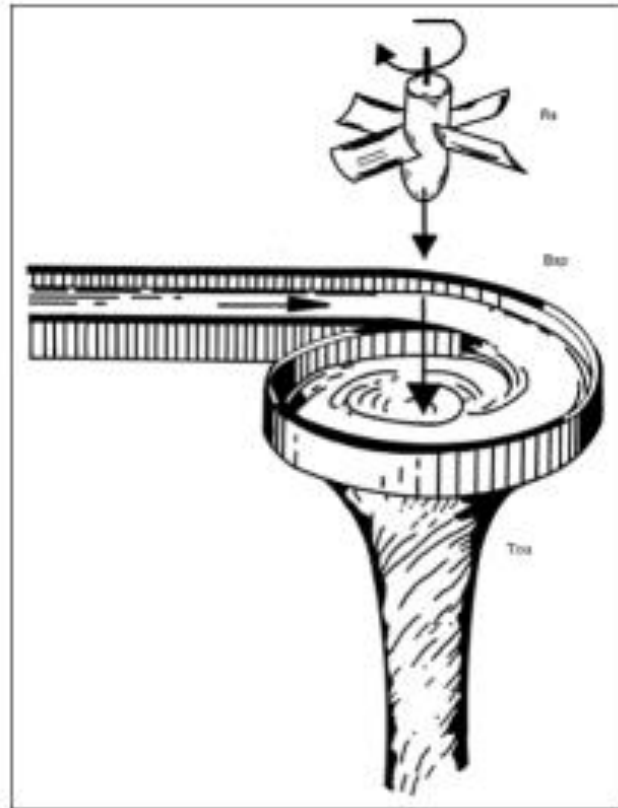
Département de génie mécanique

Introduction et objectifs

- Saisir de façon intuitive le fonctionnement d'une turbine
- Comprendre le cheminement de l'énergie dans une installation hydroélectrique

Rotation

- Quelle est la différence entre rotation solide et rotation liquide?



Rotation

- Une turbine est le lieu de rencontre de deux rotations:
 - Rotation fluide
 - Rotation solide
- Échange d'énergie entre le fluide et le solide
- Rotation fluide:
 - Si C_u est la vitesse tangentielle à un rayon r , on observe que la circulation est constante:

$$\Gamma = C_u * r = \textit{constante}$$

- C'est un tourbillon libre: le fluide peut tourner à des vitesses différentes. Plus on s'éloigne du centre, plus la vitesse tangentielle diminue.

Rotation

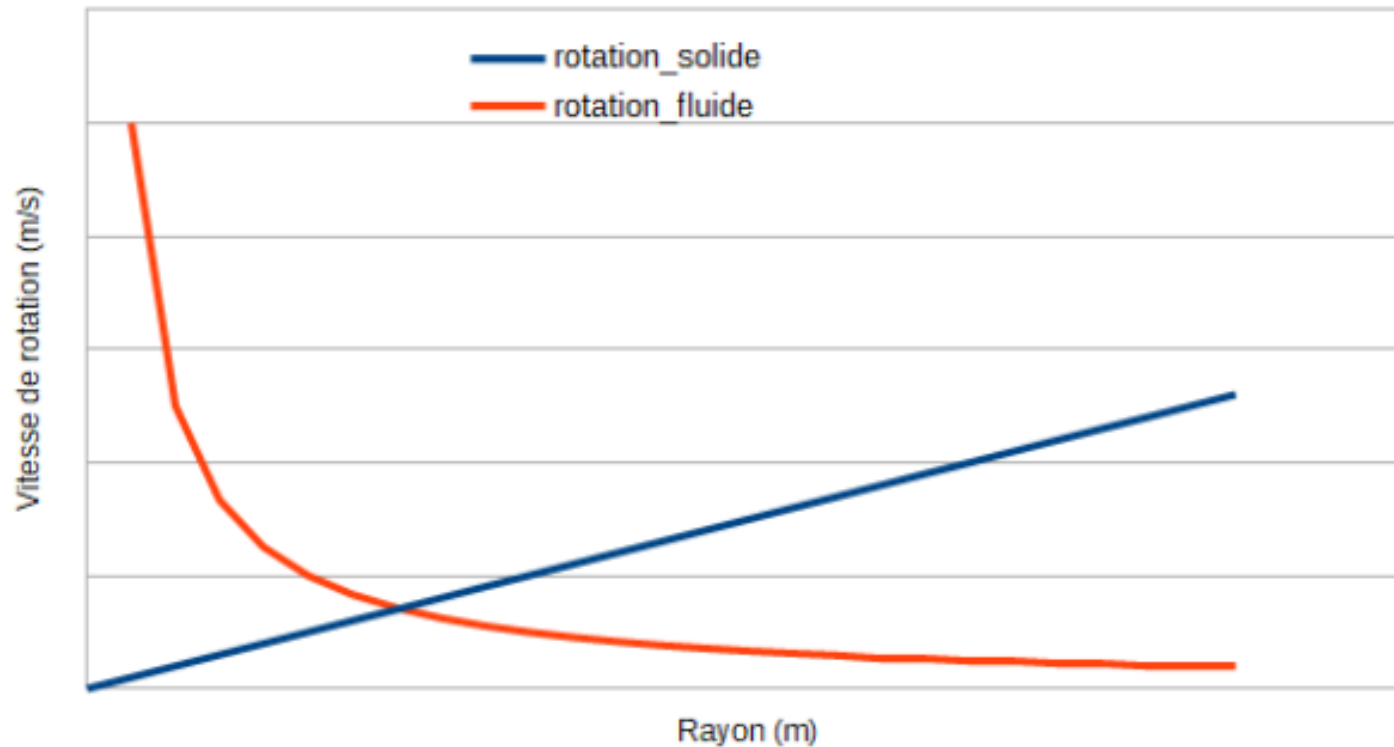
- Rotation solide:
 - Si U est la vitesse tangentielle à un rayon r , on observe que la vitesse angulaire est constante:

$$\omega = U/r = \textit{constante}$$

- C'est un tourbillon forcé: le corps en rotation est solidaire et ne peut se déformer. Plus on s'éloigne du centre, plus la vitesse tangentielle augmente.

Rotation

- Les deux rotations ne peuvent être compatibles qu'en un seul point – le bord d'attaque



Rotation

- Que provoque la déviation du fluide par l'aubage en rotation?

Rotation

- Le couple moteur résulte de l'incompatibilité des rotations fluide et solide entre le bord d'attaque et le bord de fuite
- Le fluide est dévié par l'aubage en rotation et change de direction par rapport au tourbillon libre qui serait établi sans la roue
- Cette déviation génère une variation de la quantité de mouvement, et donc le couple sur la roue (travail)

Rotation

- La rotation fluide suit la loi du tourbillon libre:

$$C_u * r = \text{constante}$$

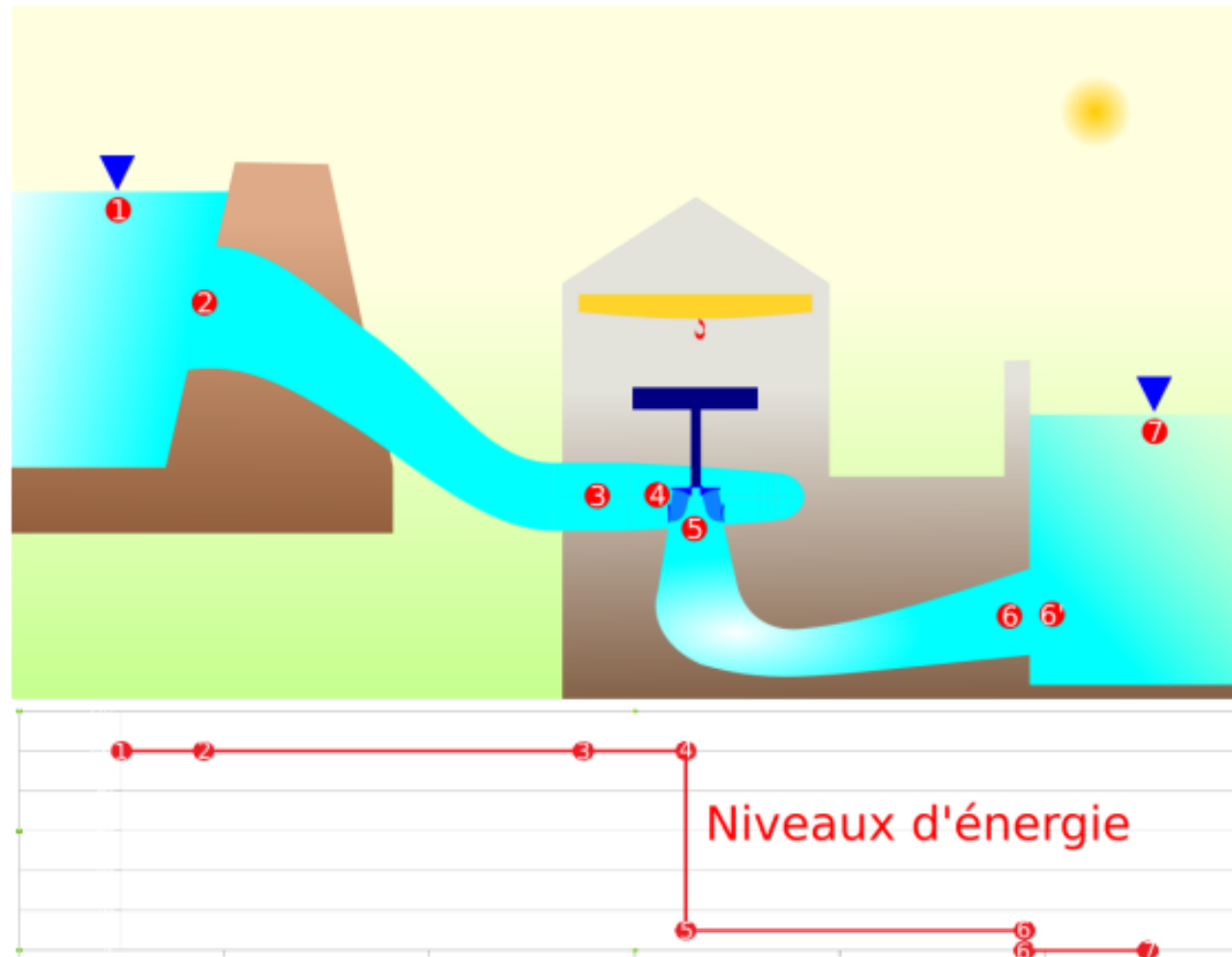
$$m/s * m = J/(kg/s)$$

- C'est donc une énergie par unité de débit massique
- Ce débit massique se déplace radialement
- La vitesse tangentielle contient l'énergie, et la vitesse débitante le facteur temps: le produit des deux définit la puissance

Cheminement de l'énergie

- L'énergie disponible pour une centrale est déterminée par la différence entre la hauteur de l'eau en amont et de l'eau en aval
- Les pertes de charge à cause du frottement sont considérées comme négligeables
- Une grande partie de l'énergie est transmise à la turbine
- Une petite partie de l'énergie est perdue en chaleur à la sortie de l'aspirateur
- Les calculs font appel à l'équation de Bernouilli

Cheminement de l'énergie



Cheminement de l'énergie dans une installation hydroélectrique

Cheminement de l'énergie

- De combien de paramètres dépend l'énergie totale à une station spécifique d'une centrale hydraulique à réservoir (Équation de Bernoulli)?

Cheminement de l'énergie

- Les calculs font appel à l'équation de Bernoulli, qui nous donne l'énergie totale E_t (en J/kg) à une section spécifique i pour un fluide incompressible idéal:

$$E_{ti} = \frac{p_i}{\rho} + gz_i + \frac{v_i^2}{2}$$

- p est la pression du fluide (Pa ou N/m²)
- ρ est la densité ou masse volumique du fluide (kg/m³)
- g est l'accélération gravitationnelle (m/s²)
- z est la hauteur (m)
- v est la vitesse du fluide, soit le débit volumique divisé par l'aire de la section (m/s)



Merci de votre attention !

Si vous avez des questions à formuler, veuillez les poser par écrit et spécifier le nom et le numéro de la présentation. Nous vous répondrons le plus rapidement possible.

Période de questions

