

15. L'énergie hydraulique

15.3 – Le système hydroélectrique

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

- Connaître les caractéristiques des centrales:
 - Au fil de l'eau
 - Avec réservoir
 - Pompage-turbinage
- Comprendre l'évolution de la forme des turbines avec les conditions hydrauliques

Centrale au fil de l'eau

- Une centrale au fil de l'eau n'a que peu de capacité de stockage à l'amont du barrage
- Chute généralement faible
- Débit variable en fonction de la saison et des précipitations
- Barrage et centrale sont souvent dans la même structure
- L'eau passe continuellement; on doit donc continuellement produire de l'énergie, ou perdre celle-ci
- Le pilotage permet une certaine modulation de la production, au besoin
- Exemple: centrale de Beauharnois, près de Montréal

Centrale au fil de l'eau



Sources: Bonjour Québec, Google Maps

Centrale avec réservoir

- Une centrale avec réservoir utilise un barrage de retenue pour stocker de l'eau dans un grand réservoir, à l'amont du barrage
- L'eau s'accumule généralement naturellement dans le réservoir, mais elle peut également être activement accumulée, dans le cas des centrales à pompage-turbinage
- L'eau peut être presque totalement retenue et accumulée, donnant une grande flexibilité à la production
- Exemple: centrale Manic-5, au Québec

Centrale avec réservoir



Sources: Hydro-Québec, Google Maps

Centrale à pompage-turbinage

- La centrale à pompage-turbinage est une variation sur la centrale avec réservoir
- Lorsqu'un excédent d'énergie électrique est disponible (à partir d'autres sources), celle-ci peut être utilisée pour pomper de l'eau dans le réservoir, y accumulant de l'énergie cinétique potentielle
- Un réservoir supérieur et un réservoir inférieur sont requis
- L'apport naturel d'eau dans le réservoir supérieur peut être significatif ou négligeable
- Selon les conditions, les mêmes appareils peuvent être utilisés pour les deux fonctions, ou un jeu de pompes distinct des turbines peut être employé
- Exemple: Centrale Nant de Drance, Suisse

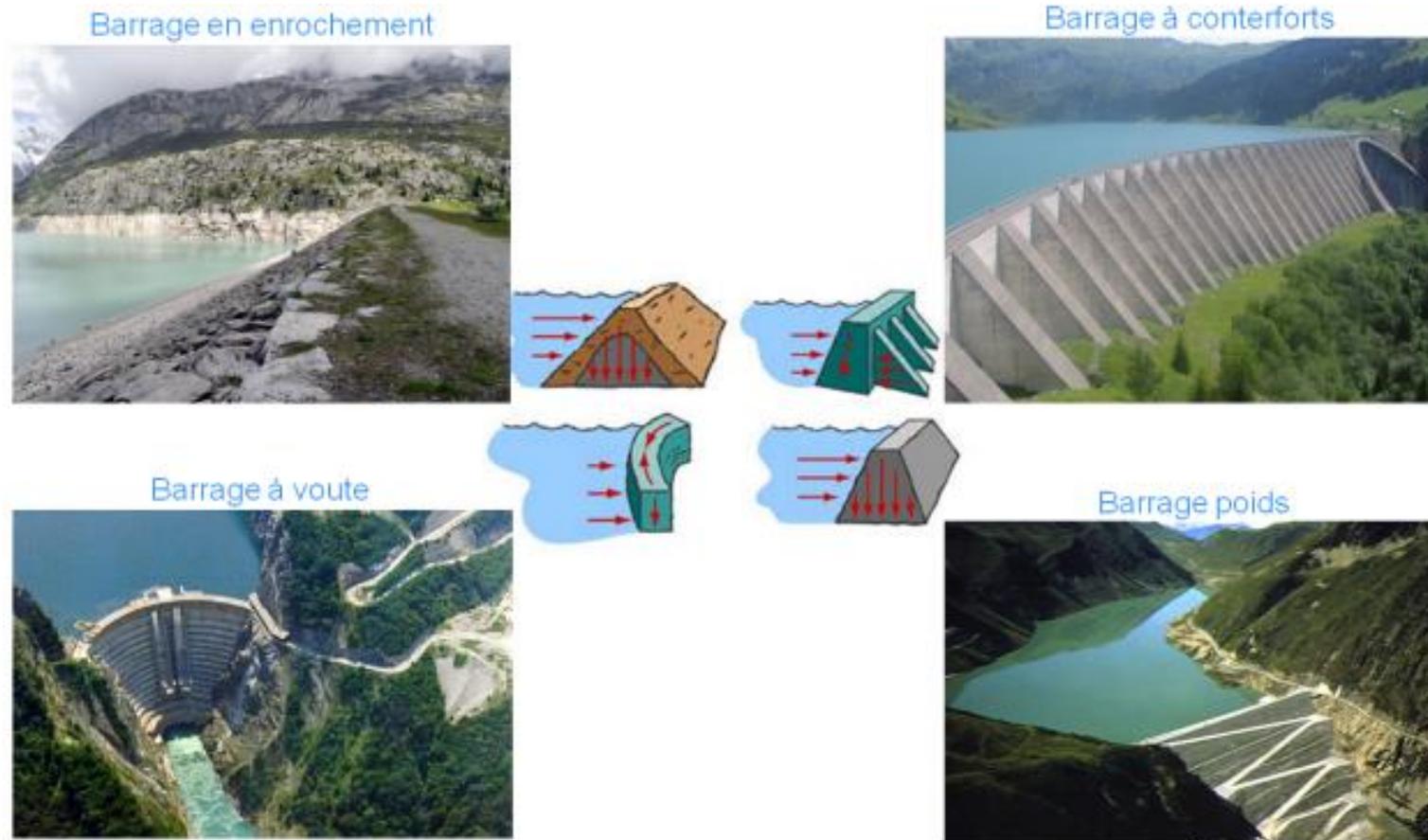
Centrale à pompage-turbinage



Sources: <https://www.nant-de-drance.ch/>, Google Maps

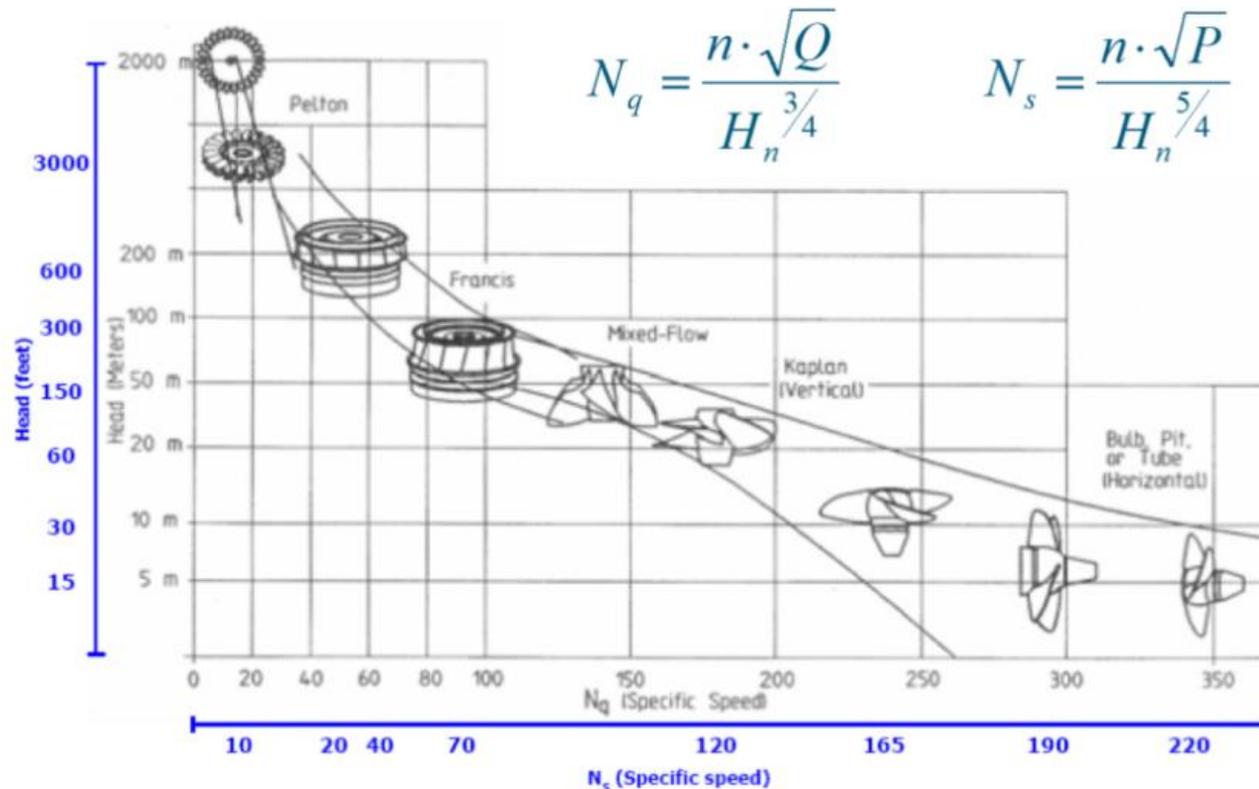
Choix du type de centrale et de barrage

- Dépend des besoins et de la topographie locale



Types de turbines

- Plusieurs types de turbine sont disponibles, et les caractéristiques de la ressource hydraulique dicte le choix

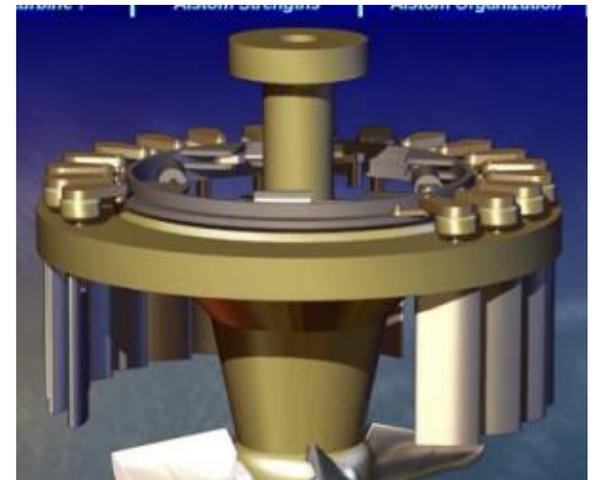
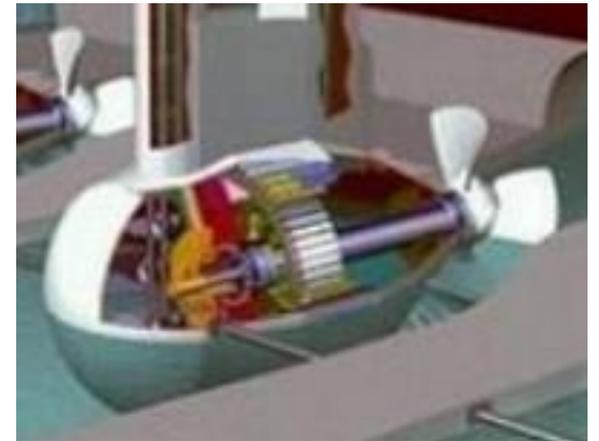


Types de turbines

- Notion de la vitesse spécifique: indice de déviation du fluide, en comparant l'effet de la vitesse de rotation de la turbine à l'effet de la courbure de l'aubage
- Plus la chute est haute, plus le fluide contient de l'énergie et plus il doit être dévié (vitesse spécifique faible, la courbure contribue plus à la déviation que la vitesse de rotation)
- La hauteur (chute) détermine le type de turbine, le débit détermine la taille de la turbine

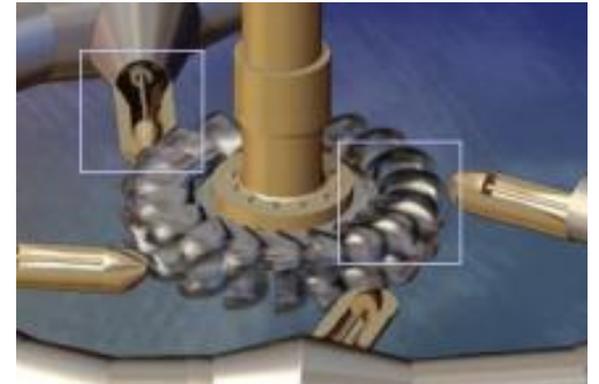
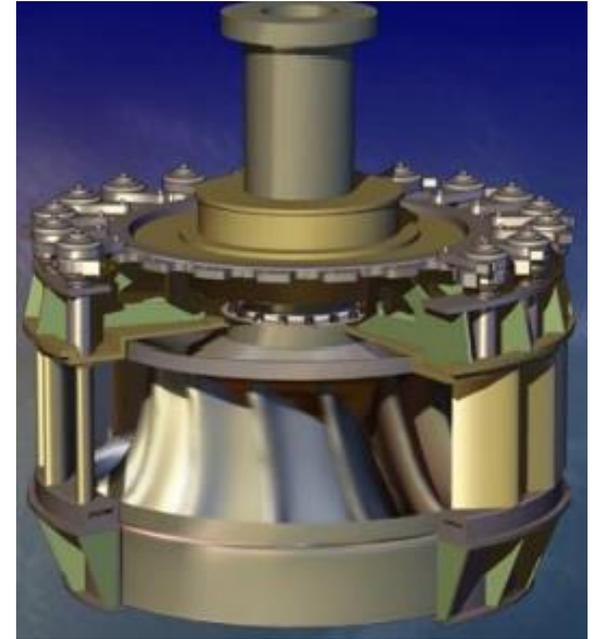
Types de turbines

- De la plus faible à la plus haute chute:
 - Bulbe (5-15m, fil de l'eau): axe horizontal, mécanique efficace, complexe et coûteuse. Cependant, l'aménagement civil (barrage) requis est moindre.
 - Kaplan (15-40m): axe vertical, l'inclinaison (pas) des pales peut être ajustable, ce qui lui confère une grande flexibilité et un rendement peu variable sur une grande gamme de débits.



Types de turbines

- De la plus faible à la plus haute chute:
 - Francis: axe vertical ou horizontal, le modèle le plus ancien et le plus répandu. Robuste et efficace. Souvent utilisé pour des combinaisons pompage-turbinage.
 - Pelton (100m et plus): axe vertical ou horizontal, c'est une turbine à action dont le jet est freiné par les augets en rotation. Généralement trouvé dans les grands massifs montagneux (Rocheuses, Andes, Alpes, Himalaya).



Conclusion

- Trois types de centrales: au fil de l'eau, avec réservoir, et pompage-turbinage
- Quatre types de turbines: bulbe, Kaplan, Francis, Pelton
- Le choix du type de centrale, de barrage et de turbine dépend des besoins et de la topographie locale



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

