

Cours CIVIL 469 - Synthesis of the course, week #04 (12.03.2025)

4 hours (2h theoretical +2h exercises)

1. Medium-head

- Live storage & drawdown range
- Minimum upstream water level vs. intake submergence
- Inactive storage
- Regulation range = LV/MAR
- Power Density (to compare projects and as proxy for GHG emissions)
- **Examples**
 - a. Example in Asia – Three Gorges (China)
 - b. Example in South America – Itaipu (Brazil)
 - c. Example in South America – Belo Monte (Brazil)

2. Storage

- Value of storage
- Storage curves:
 - Inundated curves per elevation
 - Stored volumes per elevation
- Integration of the mass conservation equation for reservoir routing
- Cumulated discharge method
- Typical storage time scales, from daily to pluriannual

3. Selecting the type of Turbines (at conception design stage)

- Impulse (force) vs. Reaction (force) turbines vs. propellers
- Specific velocity
- Acceptable operational range
 - Flow variation range
 - Head variation range
- 2D Efficiency curves
- Best efficiency point
- Why $Q_{max} > Q_n$?
- For equal head range, how to compare Francis vs. Pelton solutions
 - Range of operation at high efficiencies (inc. stable, low vibration & noise)
 - Structural behaviour and robustness
- ~~Turbine settling level for impulse turbines~~
 - ~~Tailwater freeboard~~
 - ~~Particular case of pressurized chambers below tailwater level~~
- Turbine settling level for Francis turbines
 - Draft tube design
 - Downstream head losses
 - NPSH – net pressure suction head (for reaction turbines)
 - Minimum downstream submergence requirements for reaction turbines
 - Horizontal vs. vertical units
- ~~Turbine settling level for bulb turbines~~
 - ~~Hub pressure vs. shaft pressure~~
 - ~~Minimum downstream submergence requirements~~

4. Methods/tools/definitions

- a. **Rated discharge** – the one selected to spend the largest number of operating hours, which is used to design the turbine runner. The rated discharge Q_n is associated with a rated net head H_n , considering all head losses and variations of headwater and tailwater levels. Runner design is therefore optimised in view of guaranteeing Best Efficiency for the operational setpoint (Q_n , H_n).

Les différents types de turbines sont principalement choisies en fonction de la chute de l'aménagement :

- *Turbine Pelton : turbine à action, pour des hauteurs variantes entre 80 et 1850 m avec axe horizontal ou vertical*
- *Turbine Francis : turbine à réaction, pour des hauteurs variantes entre 40 et 700 m avec axe horizontal ou vertical*
- *Turbine Kaplan : turbine en hélice à pales réglables, pour des hauteurs entre 3 et 40 m avec axe vertical ou diagonal (S-Kaplan) ou horizontal (bulbe).*

En résumé et en général, les aménagements à haute chute sont équipés avec des turbines Pelton ou Francis, les aménagements à moyenne chute avec des turbines Pelton ou Francis et les aménagements à basse chute plutôt avec des turbines Kaplan.

Etant donné que les domaines d'utilisation se chevauchent et que les diagrammes de rendements sont assez différents, le choix doit tenir compte des objectifs de régulation de débits par machine et pour l'ensemble de machines dans une usine (modularité).

5. Exercise 2

- Short-cycle, semi-open loop PSP scheme