

Chapitre 4 : Les centrales hydrauliques

1. Introduction

L'énergie hydraulique permet de fabriquer de l'électricité, appelée hydroélectricité, dans les centrales hydroélectriques, grâce à la force des chutes d'eau d'origine naturelle ou créées artificiellement à partir des retenues de barrage.



2. Définition

Une centrale hydroélectrique est une usine où l'on produit de l'électricité en utilisant l'eau comme force motrice pour faire tourner des turbines qui entraînent à leur tour des alternateurs. Cette force dépend soit de la hauteur de la chute d'eau (centrales de haute ou moyenne chute), soit du débit des fleuves et des rivières (centrales au fil de l'eau).

L'hydroélectricité constitue la première source renouvelable et la troisième source générale de production électrique au monde (16,3 % en 2011) derrière le charbon (40,6%) et le gaz (22,2%).

3. Fonctionnement d'une centrale hydroélectrique

1- La retenue de l'eau

Le barrage retient une partie de l'eau qui s'écoule et crée un lac de retenue.

2- La conduite forcée de l'eau

Une fois l'eau stockée, on canalise l'eau qui va s'écouler vers un mécanisme de production d'énergie, dans de longs tuyaux métalliques appelés conduites forcées. Le débit est contrôlé par des vannes. Ces tuyaux conduisent l'eau vers la centrale hydraulique, située en contrebas.

3- La production d'électricité

A la sortie de la conduite, l'eau est projetée sur une turbine. Cette eau actionne les turbines qui entraînent à leur tour des alternateurs pour produire du courant électrique.

La puissance de la centrale dépend de la hauteur, de la chute et du débit de l'eau. Plus ils seront importants, plus cette puissance sera élevée.

4- L'adaptation de la tension

Un transformateur injecte ensuite cette électricité dans le réseau, où elle est transportée par des lignes à haute ou très haute tension.

L'eau turbinée qui a perdu de sa puissance rejoint la rivière par un canal spécial appelé canal de fuite.

❖ Avec cette présentation du fonctionnement de la centrale hydroélectrique, On distingue qu'il y a trois types de travaux qui sont accumulés entre eux et permettent la production de l'hydroélectricité tels que les ouvrages de génie civil, les équipements électriques et les équipements hydrauliques.

4. Les ouvrages de génie civil

Les principaux ouvrages de génie civil sont le barrage, les conduites d'eau et la centrale en elle-même.

4.1. Les différents types des barrages

Depuis longtemps l'homme a eu recours à des barrages pour stocker de l'eau. Ils étaient composés de bois mais de nos jours, ce sont d'incroyables structures

de béton qui se différencient par leurs formes et leurs tailles. Parmi les barrages, on distingue :

4.1.1 Le barrage à poids

Est un barrage dont la propre masse suffit à résister à la pression exercée par l'eau. Ce sont des barrages souvent relativement épais, dont la forme est généralement simple (leur section s'apparente dans la plupart des cas à un triangle rectangle).

Les barrages-poids sont privilégiés lorsque le rocher du site (vallée, rives) est suffisamment résistant et lorsque les conditions pour construire un barrage-voûte ne sont pas réunies

4.1.2 Le barrage-voûte

Est un type de barrage à forme arquée dont la courbe permet de reporter les efforts dus à la poussée de l'eau sur chaque côté des rives plutôt que sur le barrage lui-même.

Les barrages-voûtes sont essentiellement utilisés dans des vallées étroites disposant de versants rigides.

4.1.3 Le barrage à contreforts

(ou barrage à voûtes multiples) est un barrage qui s'appuie sur une série de voûtes qui permettent de transmettre la poussée de l'eau vers la fondation du barrage. Ces barrages reportent la pression sur les fondations inférieures ainsi que sur les rives. Le terrain doit donc posséder une fondation rocheuse solide, de bonne qualité et être assez large.

4.1.4 Le barrage en remblais

Ce type des barrages est constitué d'un matériau meuble, qu'il soit très fin ou très grossier (enrochements), ce qui le différencie du barrage-poids. Les barrages en remblais regroupent plusieurs catégories très différentes. Les différences proviennent des types de matériaux utilisés, et de la méthode employée pour assurer l'étanchéité.

4.2 Les conduites d'eau

Les conduites d'eau sont les suivantes :

-Une conduite forcée, qui peut parfois prendre la forme d'un tunnel souterrain, qui amène l'eau jusqu'à la turbine de la centrale. Elle est généralement en acier galvanisé, en fer et plus rarement en fibre de

-L'entrée et la sortie de la turbine, qui incluent les soupapes et les vannes nécessaires pour arrêter l'arrivée d'eau lors de la fermeture pour l'entretien. Ces composants sont généralement en acier.

-Un canal de fuite, qui transporte l'eau de la sortie de la turbine jusqu'à la rivière. Ce canal est en général excavé, muni de vanne en bois qui permettent les opérations d'entretien.

4.3 La centrale

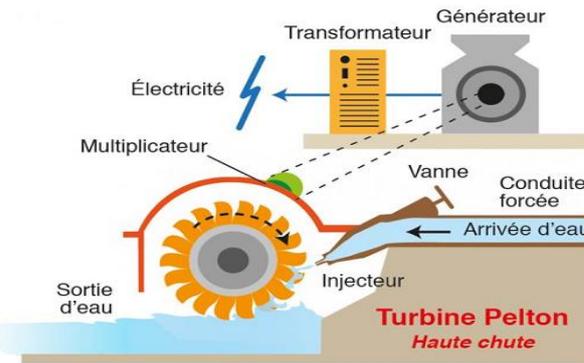
La centrale en elle-même contient la ou les turbines et la plupart des équipements mécaniques et électriques. La centrale doit assurer une infrastructure, un accès pour l'entretien et un niveau de sécurité adéquats. La centrale est construite en béton et autres matériaux locaux.

5 Equipements hydrauliques

Comme équipements hydrauliques on peut citer les turbines. Les turbines constituent l'organe qui justifie l'existence de nombreux barrages, ce sont elles qui permettent la production d'hydroélectricité en entraînant l'alternateur qui va transformer l'énergie hydraulique en énergie électrique. Ils existent deux types des turbines hydrauliques : les turbines à action et à réaction.

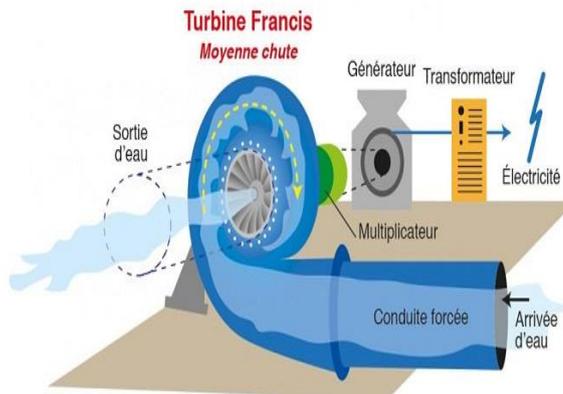
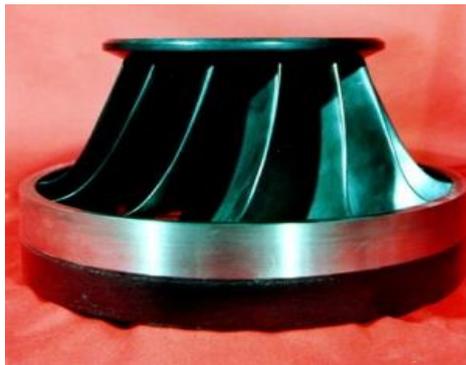
5.1. Les turbines à action : qui transforment la pression hydraulique en énergie cinétique par un dispositif statique (injecteur), avant d'actionner la partie mobile. Par exemple :

5.1.1. La turbine Pelton : est une machine à action, elle est adaptée aux hautes chutes (200 à 1 800 mètres) et faible débit. Elle reçoit l'eau sous très haute pression par l'intermédiaire d'un injecteur (impact dynamique de l'eau sur l'auget).

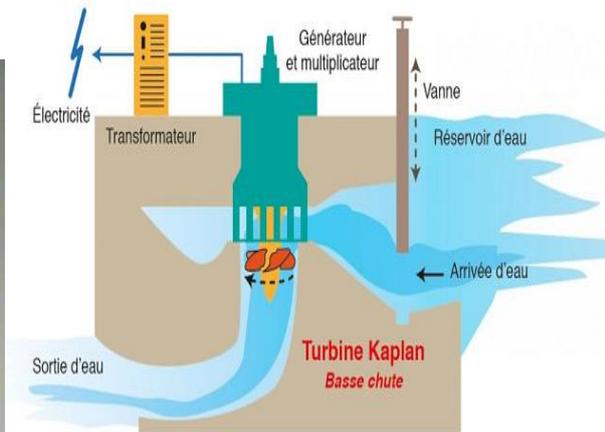


5.2. Les turbines à réaction : la partie mobile provoque au contraire une différence de pression entre l'entrée et la sortie. Par exemple :

5.2.1. La turbine Francis : est une machine à réaction, ce qui signifie que la pression à l'entrée de la roue est supérieure à la pression de sortie de la roue. Les turbines Francis sont utilisées pour de moyennes chutes (40 à 600 mètres) et moyen débit et peuvent développer des puissances très importantes.



5.2.2. La turbine Kaplan : c'est aussi une machine à réaction elle est privilégiée pour les faibles chutes (5 à 50 mètres) et les débits importants, ses pales sont orientables ce qui permet d'ajuster la puissance de la turbine à la hauteur de chute en conservant un bon rendement.



6. Equipements électriques

On distingue la génératrice, les pylônes, les lignes de transport et autres composants électriques.

6.1. La génératrice

Est un dispositif permettant de produire de l'énergie électrique à partir d'une autre Forme d'énergie.

Les génératrices utilisées sont de deux grands types : synchrones et asynchrones (ou à inductions). La génératrice synchrone peut fonctionner isolément, tandis que la génératrice asynchrone doit normalement fonctionner de concert avec d'autres ou être raccordée au réseau principal. Les premières sont utilisées comme principale source d'énergie par les compagnies d'électricité et pour les petites centrales hydrauliques isolées en milieu rural. Les génératrices à induction d'une capacité inférieure à 500 kW sont généralement préférées pour les petites centrales hydroélectriques qui fournissent l'électricité à un important réseau de distribution existant.

6.2 Les pylônes

Le rôle des pylônes est de porter les câbles électriques dans un réseau aérien. Ils doivent être capables de supporter le poids de ces câbles ainsi que celui des composants installés en haut de poteau, tout en résistant aux contraintes mécaniques et aux agressions chimiques du milieu extérieur.

On distingue trois (03) types de pylônes : les pylônes en bois, les pylônes en béton et les pylônes en acier.

6.3. Les lignes de transport

Ces lignes servent à transporter le courant électrique.

6.4. Autres composants électriques

Les autres composants constituant une centrale hydraulique sont les suivants :

-Système électrique de protection et de contrôle, tableau de commande avec coffret de puissance.

-Dispositif de commutation électrique.

-Transformateurs auxiliaires et de transport de l'énergie.

-Services auxiliaires, notamment l'éclairage, ainsi que l'énergie pour alimenter les systèmes de contrôle et le dispositif de commutation électrique.

-Système de ventilation.

7. Les différents types des centrales hydroélectriques

Une centrale hydroélectrique se compose d'une retenue d'eau et d'une installation de production. L'utilisation de la force motrice de l'eau peut s'envisager soit au "fil de l'eau" soit à partir de retenues obtenues par des barrages.

Il existe une grande diversité d'installations hydroélectriques, en fonction de leur situation géographique, du type de cours d'eau, de la hauteur de la chute, de la nature du barrage :

7.1 Les centrales au fil de l'eau ou de basse chute

Principalement installées dans des zones de plaines présentant pour ces raisons des retenues de faible hauteur.

Elles sont implantées sur le cours de grands fleuves ou de grandes rivières. Elles sont caractérisées par un débit très fort avec une chute de moins de 30 m. Dans ce cas, il n'y a pas de retenue d'eau et l'électricité est produite en temps réel (elles turbinent en continu l'eau descendant des rivières). Elles fournissent une énergie en base très peu coûteuse.

7.2 Les centrales par éclusées ou de moyenne chute

Présentent des lacs plus importants. Ces centrales permettent un stockage quotidien ou hebdomadaire de quantités moyennes d'eau. La chute est comprise entre 30m et 300m. Leur gestion permet de suivre la variation de la consommation sur ces horizons de temps (pics de consommation du matin et du soir, différence entre jours ouvrés et weekend, etc.). Elles sont typiques des aménagements réalisés en moyenne montagne.

7.3. Les centrales des lacs ou de haute chute

Elles permettent de produire de l'électricité en retenant l'eau dans un réservoir (lac) situé en amont d'un barrage. Elles correspondent aux ouvrages présentant les réservoirs les plus importants. Ceux-ci permettent un stockage saisonnier de l'eau, et une modulation de la production pour passer les pics de charge de consommation électrique : l'été pour les pays où la pointe de consommation est déterminée par la climatisation, l'hiver pour ceux où elle est déterminée par le chauffage. Ces centrales sont typiques des aménagements réalisés en moyenne et haute montagne.

La chute est supérieure à 300m.

7.4 Les centrales de pompage-turbinage ou stations de transfert d'énergie par pompage (STEP)

Les stations de transfert d'énergie par pompage (STEP), en plus de produire de l'énergie à partir de l'écoulement naturel, comportent un mode pompage permettant de stocker l'énergie produite par d'autres types de centrales lorsque la consommation est inférieure à la production, par exemple la nuit, pour la redistribuer, en mode turbinage, lors des pics de consommation. Ces centrales possèdent deux bassins, un bassin supérieur et un bassin inférieur entre lesquels est placée une [machine hydroélectrique réversible](#) : la partie hydraulique peut fonctionner aussi bien en [pompe](#), qu'en [turbine](#) et la partie électrique aussi bien en [moteur](#) qu'en [alternateur](#) ([machine synchrone](#)).