



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique



Université Mohamed Khider Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Electrique

Filière : Energies renouvelables
Module : Ressources renouvelable -II
2^eme Anne'e Licence

COURS N : 3

La ressource hydrique et centrale hydro-électrique

Chargé du cours :

Dr. Aicha SAADI
Année universitaire

2020/2021

Chapitre 1

La ressource hydrique ou ressource en eau

1.1 Introduction

La ressource hydrique ou ressource en eau comprend, au sens large, toutes les eaux accessibles comme ressources, c'est-à-dire utiles et disponibles pour l'Homme et les écosystèmes, à différents points du cycle de l'eau.

Cette ressource est limitée en quantité et en qualité (surtout en zone sèche). Elle est indispensable à la vie et à la plupart des activités humaines, telles que l'agriculture, l'industrie et aux usages domestiques (alimentation en eau potable). Elle est vitale pour le fonctionnement des écosystèmes terrestres.

Elle est localement menacée ou très dégradée par la pollution et l'eutrophisation.

Il existe dans un nombre croissant de régions une surexploitation de la ressource; les détournements ou prélèvements d'eau par pompage et pour l'irrigation sont tels qu'ils dépassent les seuils autorisant le renouvellement et l'autoépuration des masses d'eau superficielles ou des nappes phréatiques.

1.1.1 Les ressources en eau sur la planète

1.1.1.1 Volume et pourcentage d'eau sur Terre

Sur la Terre, il y a **l'eau visible** :

- L'eau de mer,
- L'eau contenue dans les calottes polaires,
- Les lacs,
- Les rivières,
- Les nuages et la pluie

et **l'eau invisible** : les eaux souterraines.

Si l'eau est très présente sur la Terre, 97 % de la ressource est de **l'eau salée** et 2 % est bloquée sous forme **de glace**. Il ne reste environ que 1 % d'eau sous forme **d'eau douce liquide**.

- les eaux de précipitations : atmosphère ;
- les eaux de surface : rivières, plans d'eau ;
- les eaux souterraines : elles proviennent du sous-sol (aquifères ou roches réservoirs) captées par sources naturelles ou forages.
- Elles représentent 0,6 % de la ressource totale en eau.

Stocks d'eau terrestres²	1,4 milliards de km³	
océans, mers	1,35 milliard de km ³	97,3 %
glaces	27,5 millions de km ³	2,15 %
eaux souterraines	8,2 millions de km ³	0,63 %
lacs, rivières	170 000 km ³	0,01 %
humidité du sol	70 000 km ³	0,005 %
humidité de l'air	13 000 km ³	0,001 %
eau des cellules vivantes	1 100 km ³	0,0001 %

FIGURE 1.1 – Stocks d'eau terrestres

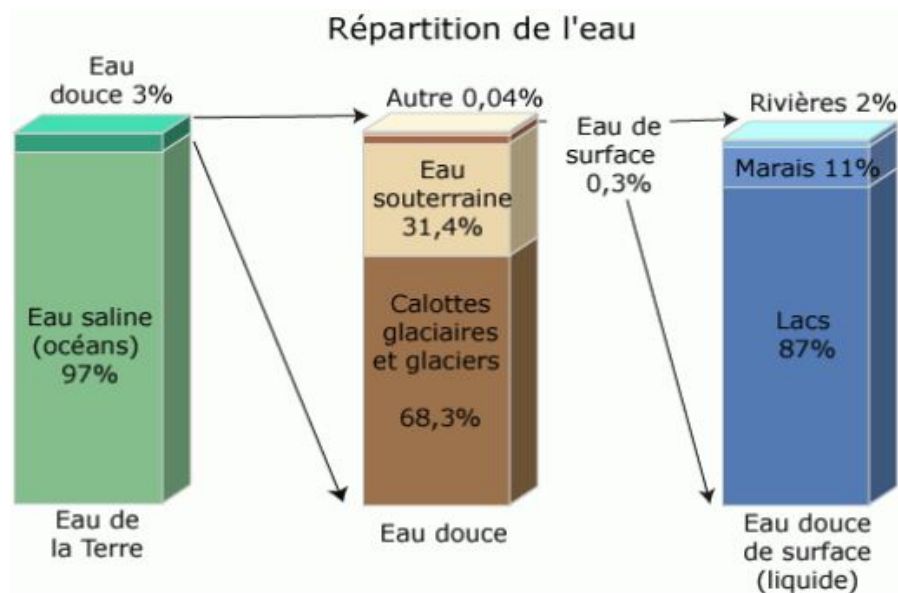


FIGURE 1.2 – Répartition de l'eau

1.1.1.2 Répartition géographique

Si l'eau est abondante, elle n'est pas répartie uniformément sur la Terre. Neuf pays se partagent ainsi 45 % du débit annuel mondial. L'eau est, en outre, irrégulièrement répartie d'une année sur l'autre ou d'une saison sur l'autre (plus de 60 % du débit annuel mondial étant généré lors d'inondations suivies de sécheresses, parfois pluriannuelles).

Outre ces variations saisonnières, les ressources mondiales se caractérisent par une importante variation géographique, par exemple :

- En Amérique du Sud, il existe un très fort contraste entre la zone géographique couverte par l'Amazone, qui draine 15 % de la ressource mondiale en eau douce, et le nord-est du Brésil qui souffre de sécheresse ;
- En Inde, il existe de très fortes différences entre les plaines de l'Himalaya (traversées par de grands fleuves), les zones désertiques, et les moussons du sud du continent indien ;
- En Chine, l'eau est gelée plusieurs mois par an au nord, l'ouest est caractérisé par la désertification et le sud par un climat tropical ;
- Dans la région méditerranéenne, l'eau douce est rare et irrégulièrement répartie. Les pays les plus riches en eau (France, Turquie, Italie, ex-Yougoslavie) cumulent les deux tiers des ressources (825 sur 1 189 km³ par an), mais la France n'a pas su préserver sa ressource qui est largement polluée. D'autres pays, tels que Malte, Gaza, la Jordanie, la Libye, sont en dessous du seuil de pénurie (500 m³ par an et par habitant).

Il n'y a pas un problème de l'eau relatif à la globalité de la planète, mais plutôt une grande diversité de scénarios de disponibilité localisés. Les deux derniers exemples rappellent en particulier que les situations critiques ne se définissent pas par rapport à des frontières politiques, mais par rapport à des régions écologiques.

1.2 L'HISTOIRE DE L'ENERGIE HYDRAULIQUE

- L'énergie hydraulique a été utilisée depuis l'antiquité, les grecs sont les premiers qui avaient utilisé cette énergie Pour transformer grain en farine.
- Dans les années 1700, l'hydroélectricité était largement utilisée pour le fraissage du bois d'œuvre et du grain et pour le pompage de l'eau d'irrigation.
- Appleton, Wisconsin est devenu la première centrale hydroélectrique opérationnelle aux États-Unis, en 1882, produisant 12,5 kilowatts (kW) de puissance

- L'hydroélectricité fournirait éventuellement à certains pays, y compris la Norvège, la République démocratique du Congo, le Paraguay et le Brésil, avec plus de 85% de leur électricité.

1.3 Avantages de l'hydroélectricité

- Énergie renouvelable.
- Rejet infime de dioxyde de carbone.
- Débit d'eau (et donc d'électricité) contrôlable.
- Production élevée d'électricité possible.
- Faible coût d'exploitation.

1.4 Désavantages de l'hydroélectricité

- Centrale constructible uniquement sur un cours d'eau Le permettant.
- Dégâts environnementaux.
- Frais de construction importants.
- Délai de mise en exploitation long

1.5 LES DIFFÉRENTS TYPES DES CENTRALES HYDRAULIQUES

Les centrales hydrauliques utilisent la force de l'eau en mouvement, autrement dit l'énergie hydraulique des courants ou des chutes d'eau (fleuves, rivières, lacs, mers), pour la transformer en énergie électrique.

Il existe 2 sortes de centrales hydrauliques :

- Les centrales **au fil de l'eau** qui utilisent la force du courant : elles turbinent en continu l'eau descendant des rivières.
- Les centrales **à accumulation** : l'eau est stockée dans un lac retenu par un barrage. Lorsque il y a un besoin en électricité, on ouvre les vannes. Grâce à une différence de hauteur, l'eau s'écoule et est conduite à travers à une turbine. Cette méthode permet d'ajuster la production électrique à la demande

des consommateurs. On peut y ajouter la STEP (Station de transfert d'énergie par Pompage), qui n'est pas une centrale hydraulique de production à proprement dit.

La STEP est un des rares moyens de stocker l'électricité en quantité importante.

1.6 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DES CENTRALES HYDRAULIQUES :

L'eau accumulée dans les barrages ou des rivées par les prises d'eau, constitue une énergie potentielle disponible pour entraîner en rotation la turbine d'une génératrice. l'énergie hydraulique se transforme alors en énergie mécanique. Cette turbine accouplée mécaniquement à un alternateur l'entraîne en rotation afin de convertir l'énergie mécanique en énergie électrique.

La puissance disponible résulte de la conjonction de deux facteurs :

- Hauteur de la chute.
- Débit de la chute.

D'après les formule suivent La formule pratique $P = Q * h * g$ ou $P = Q * h * 10$

P :puissance en (kw)

Q :débit d'eau en (m^3/s)

h :hauteur de chute en(m)

g :gravite terrestre (m/s^2)

La STEP utilise l'électricité en surplus produite par d'autres centrales, pour remonter par pompage l'eau d'un bassin inférieur vers un bassin supérieur. l'eau ainsi stockée en hauteur peut être redescendue pour faire tourner une turbine, et convertir l'énergie potentielle gravitationnelle de l'eau en électricité, au moment désiré.

Toutefois, les STEP consomment un peu plus d'électricité pour le pompage qu'elles n'en restituent en mode production. La perte d'électricité lors de ce transfert est d'environ.

Classification	Puissance en kW
Grande Hydraulique	$> 10\ 000\ \text{kW}$
Petite Hydraulique	$1000\ \text{kW} < P < 10\ 000\ \text{kW}$
Micro Hydraulique	$10\ \text{kW} < P < 1000\ \text{kW}$
Pico Hydraulique	$< 10\ \text{kW}$

FIGURE 1.3 – Classification des centrales

1.7 CLASSEMENT DES CENTRALES HYDRAULIQUES PAR HAUTEUR DE CHUTE

1.7.1 Centrales de hautes chutes

La hauteur de chute est supérieure à 200m. Il s'agit de centrale située en montagne (Fort dénivelé sur de courtes distances). L'eau est retenue par des barrages et est évacuée par des conduites forcées vers la turbine. L'unité de production est éloignée du barrage. Groupe turbine alternateur : La turbine est de type PELTON. l'alternateur est en prolongement de la turbine, sa vitesse est donc celle de la turbine (solidarité mécanique). l'alternateur est couplé sur le réseau 50 Hz avec d'autres alternateurs ; il est donc nécessaire d'adapter constamment la vitesse de rotation de telle façon que la fréquence des FEM induites soit 50Hz.

1.7.2 Centrales de moyennes chutes

La hauteur de chute est comprise entre 30m et 200m. L'unité de production est à Proximité de la retenue. Groupe turbine alternateur : La turbine est de type FRANCIS. Le groupe turbine-alternateur est disposé sur un axe vertical.

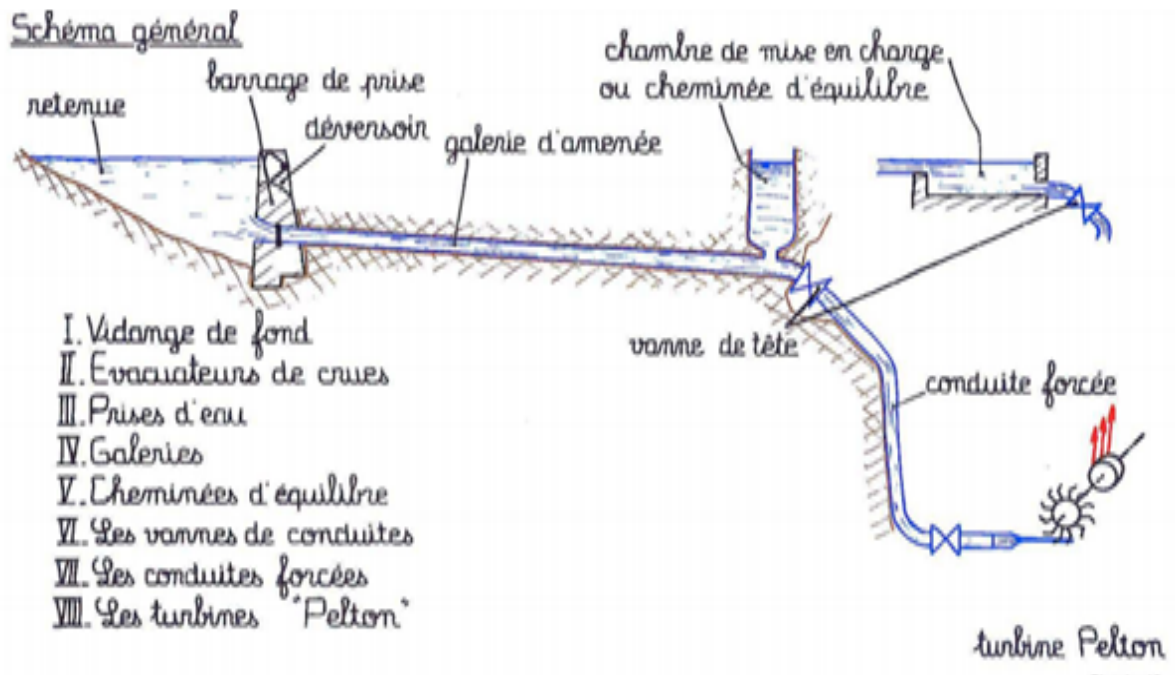


FIGURE 1.4 – Centrales de hautes chutes

1.7.3 Centrales de basses chutes

Centrales de basses chutes : La hauteur de chute est inférieure à 30m. On les appelle aussi centrale au fil de l'eau. Elles sont caractérisées par une hauteur très faible et un très fort débit. Groupe turbine alternateur : La turbine est de type KAPLAN. Le groupe turbine-alternateur est disposé sur un axe vertical.

1.8 Les différents types de barrages

Parmi les barrages en béton ou en maçonnerie, on trouve principalement 3 catégories :

-
- les barrages-poids
- les barrages-voûtes
- les barrages à contreforts

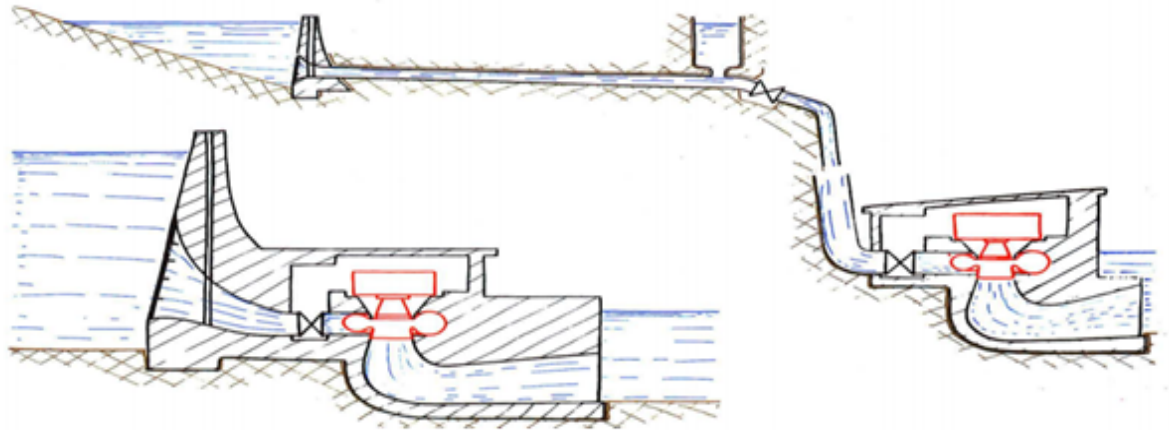


FIGURE 1.5 – Centrales de moyennes chutes

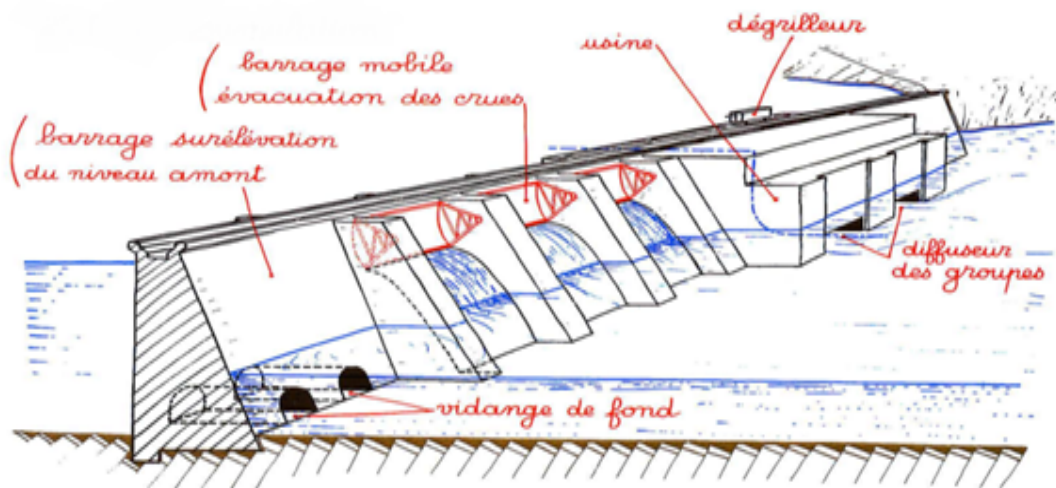


FIGURE 1.6 – Centrales de basses chutes

1.8.1 Les barrages-poids

C'est un barrage béton. Il possède un profil triangulaire. La stabilité du barrage-poids sous l'effet de la poussée de l'eau est assurée par le poids du matériau.

Ce type de barrage convient bien pour des vallées larges ayant une fondation rocheuse.

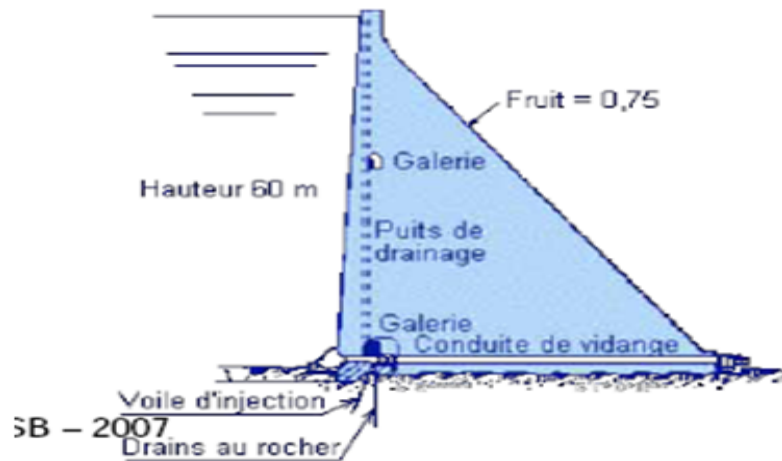


FIGURE 1.7 – Les barrages-poids

1.8.2 Les barrages-voûtes

Il est généralement en béton dont la forme courbe permet un report des efforts de poussée de l'eau sur les rives rocheuses de la vallée.

Ce type de barrage convient bien lorsque la topographie permet de fermer la vallée par une forme arquée de longueur réduite.

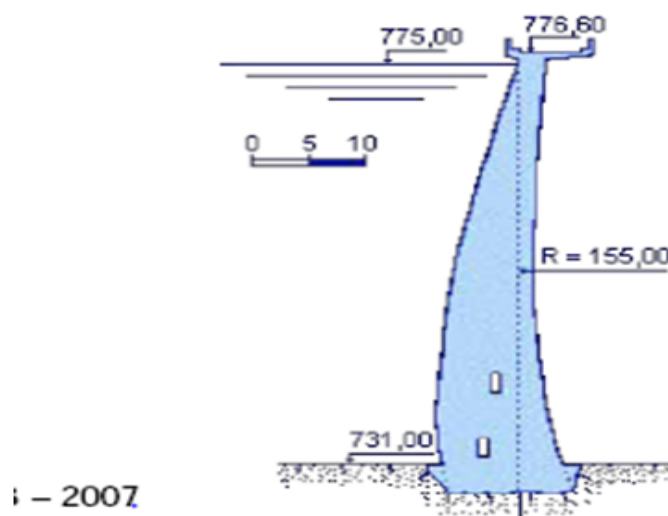


FIGURE 1.8 – Les barrages-voûtes

1.8.3 Les barrages à contreforts

Il est constitué d'une :

une série de murs parallèles, généralement de forme triangulaire, plus ou moins épais et plus ou moins espacés (les contreforts).

une bouchure entre les contreforts transmettant à ceux-ci la poussée de l'eau.

Il est bien adapté aux vallées larges avec une fondation rocheuse de bonne qualité.

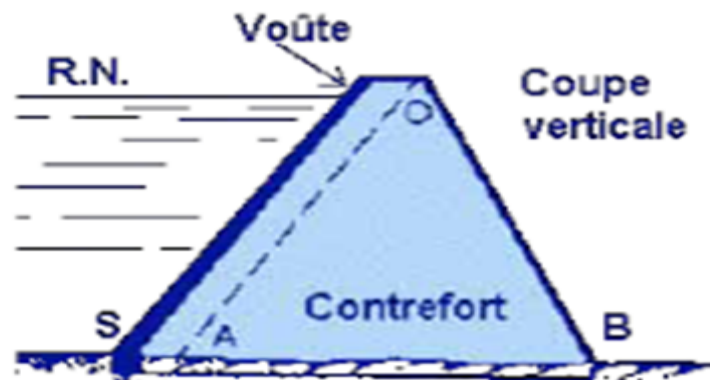


FIGURE 1.9 – Les barrages à contreforts

1.9 Les différents types de turbine

il ya 3 types de turbine

1.9.1 Turbine KAPLAN

Les turbines Kaplan et hélices sont les plus appropriées pour le turbinage des faibles chutes (moins de 10 m) et des débits importants (300 à 10 000 m^3/s).

Elles se caractérisent par leur roue qui est similaire à une hélice de bateau dont les pales sont réglables en marche (Kaplan) ou fixes (hélices). L'eau est dirigée vers le centre de la roue par un distributeur orientable ou fixe.

Ces turbines dont la vitesse de rotation est faible présente l'avantage d'avoir de très bons rendements.

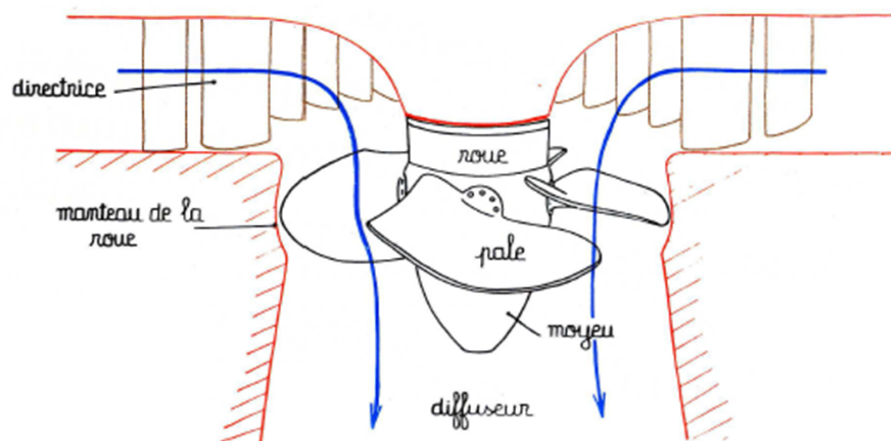


FIGURE 1.10 – Turbine KAPLAN

1.9.2 turbine PELTON

La turbine Pelton est utilisée pour des hautes chutes (100 à 500 m) et des faibles débits (20 à 1 000 m^3/s).

Elle est équipée d'augets en forme de cuillère qui sont placées autour de la roue et reçoivent l'eau par l'intermédiaire d'un ou plusieurs injecteurs.

Sa vitesse de rotation est comprise entre 500 et 1 500 tr/min .

1.9.3 Turbine FRANCIS

La turbine Francis est généralement utilisée pour des moyennes chutes (10 à 100 m) et des débits moyens (100 à 6 000 m^3/s). L'eau

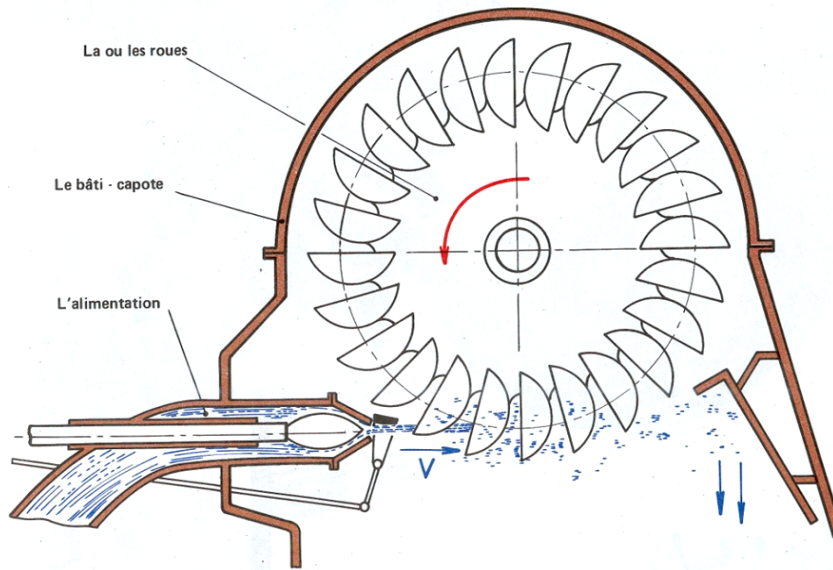


FIGURE 1.11 – Turbine PELTON

rentre à la périphérie de la roue et ressort sur le côté.

Elle a de bons rendements et sa vitesse de rotation est rapide (jusqu'à 1 000 *tr/min*).

Elle est généralement utilisée lorsque le débit à disposition varie faiblement au cours du temps.

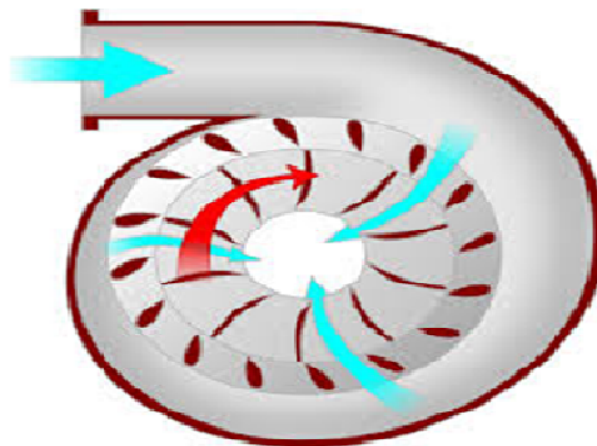


FIGURE 1.12 – Turbine FRANCIS