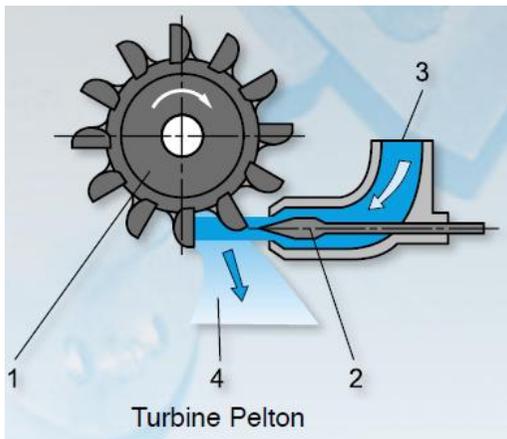


# Chapitre

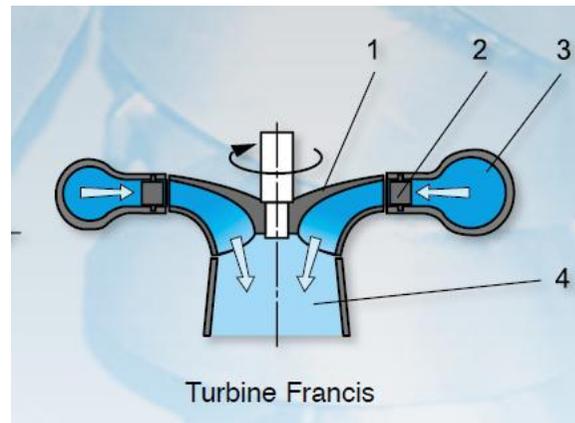
## Centrales Hydroélectriques

# Les Turbines Hydrauliques

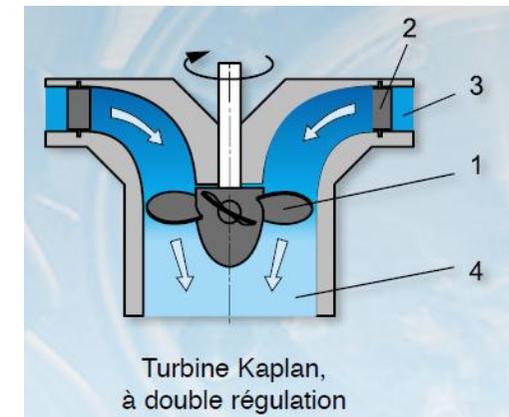
### La turbine Pelton



### La turbine Francis



### La turbine Kaplan



## 1 Présentation

Images + Vidéos (15 min)\*\*\*

## 2 Introduction

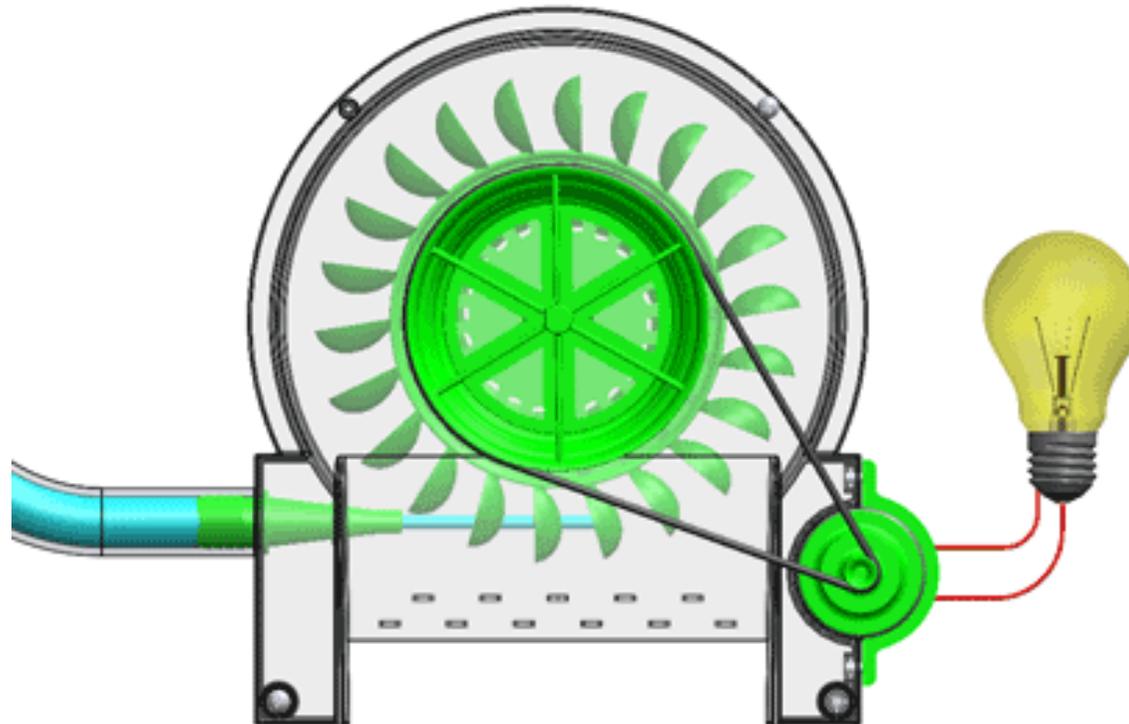
### L'énergie hydraulique

- L'énergie hydraulique est utilisée depuis des siècles comme source d'énergie pour **les applications mécanique** les plus diverses

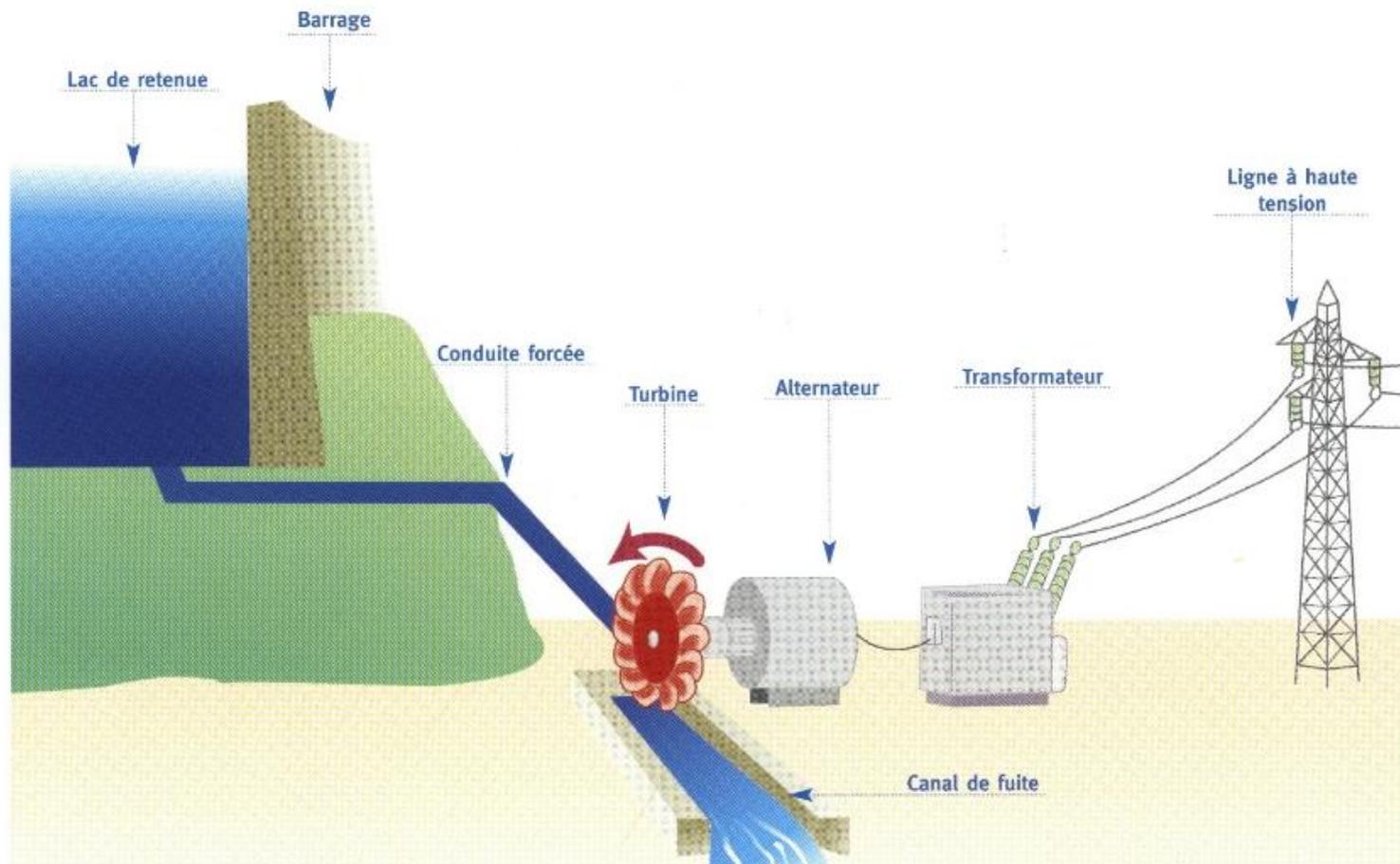


### 3 Les Turbines Hydrauliques

Les **turbines hydrauliques** sont des **systemes mécaniques énergétiques** utilisées dans **les centrales hydro-électriques** pour **la production de l'énergie électrique**.



## 4 Centrales Hydroélectriques



**Les centrales hydroélectriques** sont composées d'un **réservoir** d'eau en amont, une **conduite forcée**, une **turbine** et de **générateurs**.

L'eau s'accumule dans **le réservoir** et descend par des **tuyaux**. En aval, **les turbines** se mettent en mouvement sous l'effet de l'eau. Elles sont reliées mécaniquement aux **générateurs** par des moyeux. Lorsque la turbine tourne, le générateur est entraîné et produit de l'électricité.

## Plus

- L'énergie hydraulique représente une *énergie renouvelable* exploitée depuis longtemps avec beaucoup de succès.
- Au fil du temps, la production d'électricité hydraulique s'est développée pour atteindre un *quart* de la production d'électricité totale.

- Pour des raisons d'ordre géologique, certains pays sont en mesure de couvrir une large part de leurs besoins en électricité par l'exploitation de l'énergie hydraulique ; par exemple :

La Norvège (99%) ,

le Zaïre (95%) ,

le Brésil (96%)

- La *centrale hydraulique la plus puissante de la planète* se situe actuellement **au Brésil** ou 18 turbines produisent un total de 12 600 Mégawatt.

?

## 5 Equations de base

- Puissance Hydraulique

$$P_h = \rho g Q_v H \quad [\text{W}]$$

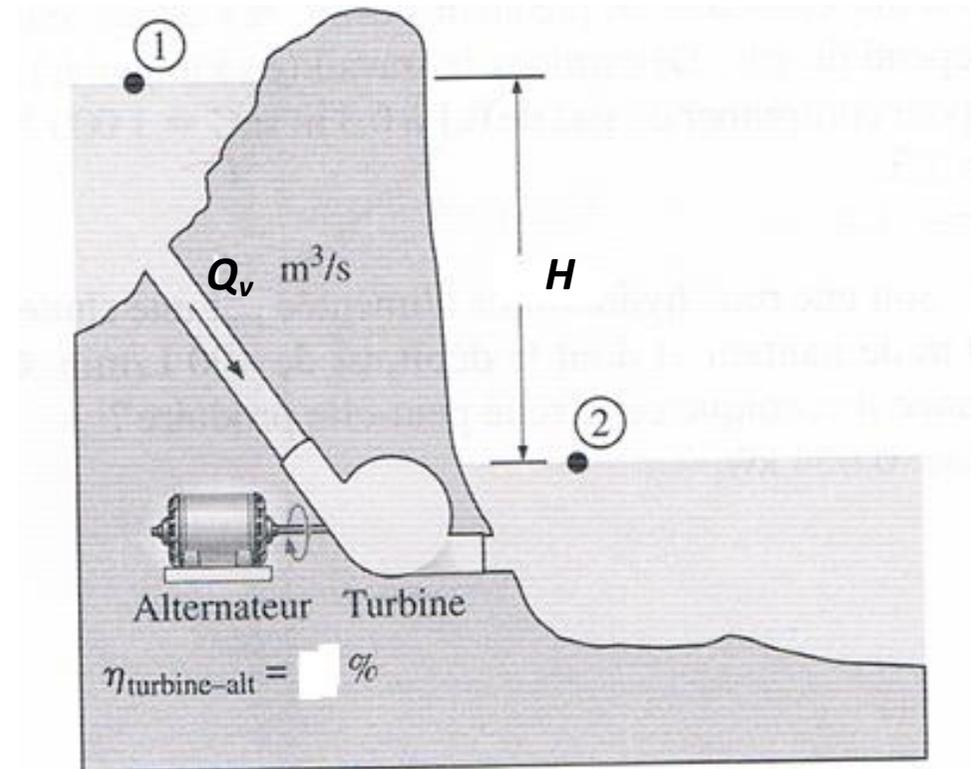
- Le rendement global  
(Couple turbine-alternateur)

$$\eta_g = \frac{P_e}{P_h}$$

- Puissance électrique

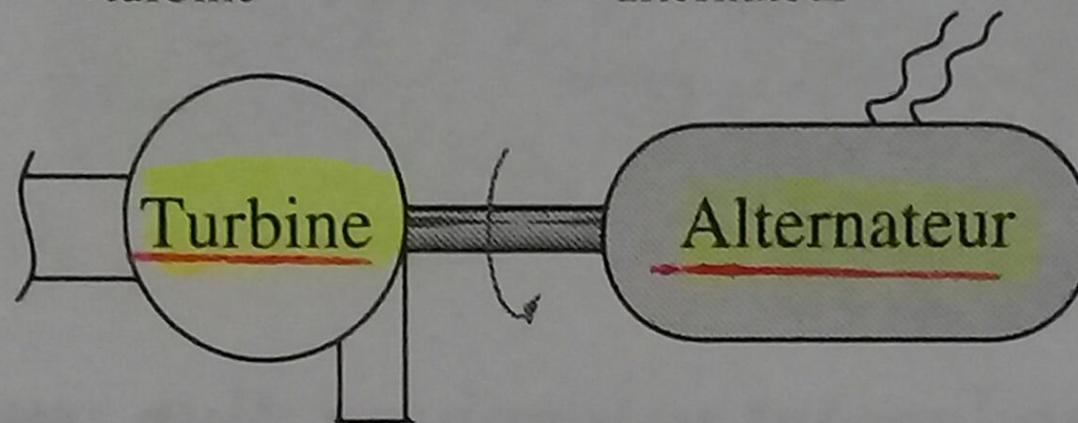
$$P_e = \eta_g P_h$$

$$P_e = \eta_g \rho g Q_v H$$



## Exemples de rendements

$$\eta_{\text{turbine}} = 0,75 \quad \eta_{\text{alternateur}} = 0,97$$



$$\begin{aligned} \eta_{\text{turbine-alt}} &= \eta_{\text{turbine}} \eta_{\text{alternateur}} \\ &= 0,75 \times 0,97 \\ &= 0,73 \end{aligned}$$

Le rendement du couple turbine-alternateur est le produit du rendement de la turbine et du rendement de l'alternateur. C'est la fraction de l'énergie mécanique du fluide convertie en électricité.

# TD

## Application 1 (Exercice 1)

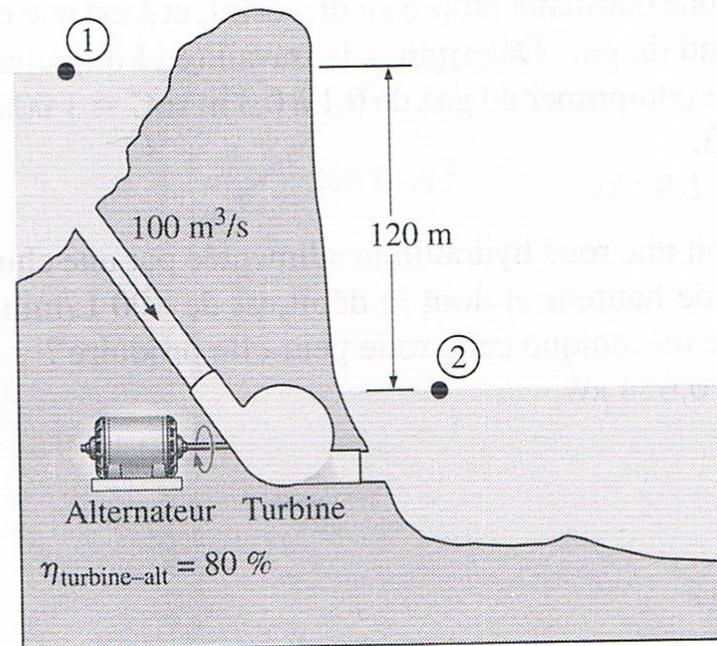
De l'électricité est produite grâce à l'installation d'un **couple turbine- alternateur** qui est situé 70 m au dessous de la surface libre d'un réservoir qui produit 1500 kg/s d'eau. Si la puissance mécanique de la turbine est de 800 Kw et que la production d'électricité est de 750 Kw.

Déterminez le **rendement** de la turbine et le rendement du couple turbine alternateur.

Ne considérez pas les pertes par frottement dans la conduite forcée.

## Application 2 ( Exercice)

*Une centrale hydroélectrique produit de l'électricité grâce à une chute d'eau de 120 m de hauteur dont le débit volumique est de  $100 \text{ m}^3/\text{s}$ . Le rendement du couple turbine-alternateur est de 80%. En ne considérant pas le frottement dans la conduite forcée, déterminez la puissance électrique produite.*



### Application 3 (Exercice 3)

Soit une **roue hydraulique** alimentée par une chute d'eau de 10 m de hauteur et dont le débit est de 400 l/min. Quelle puissance mécanique cette roue peut-elle produire ?

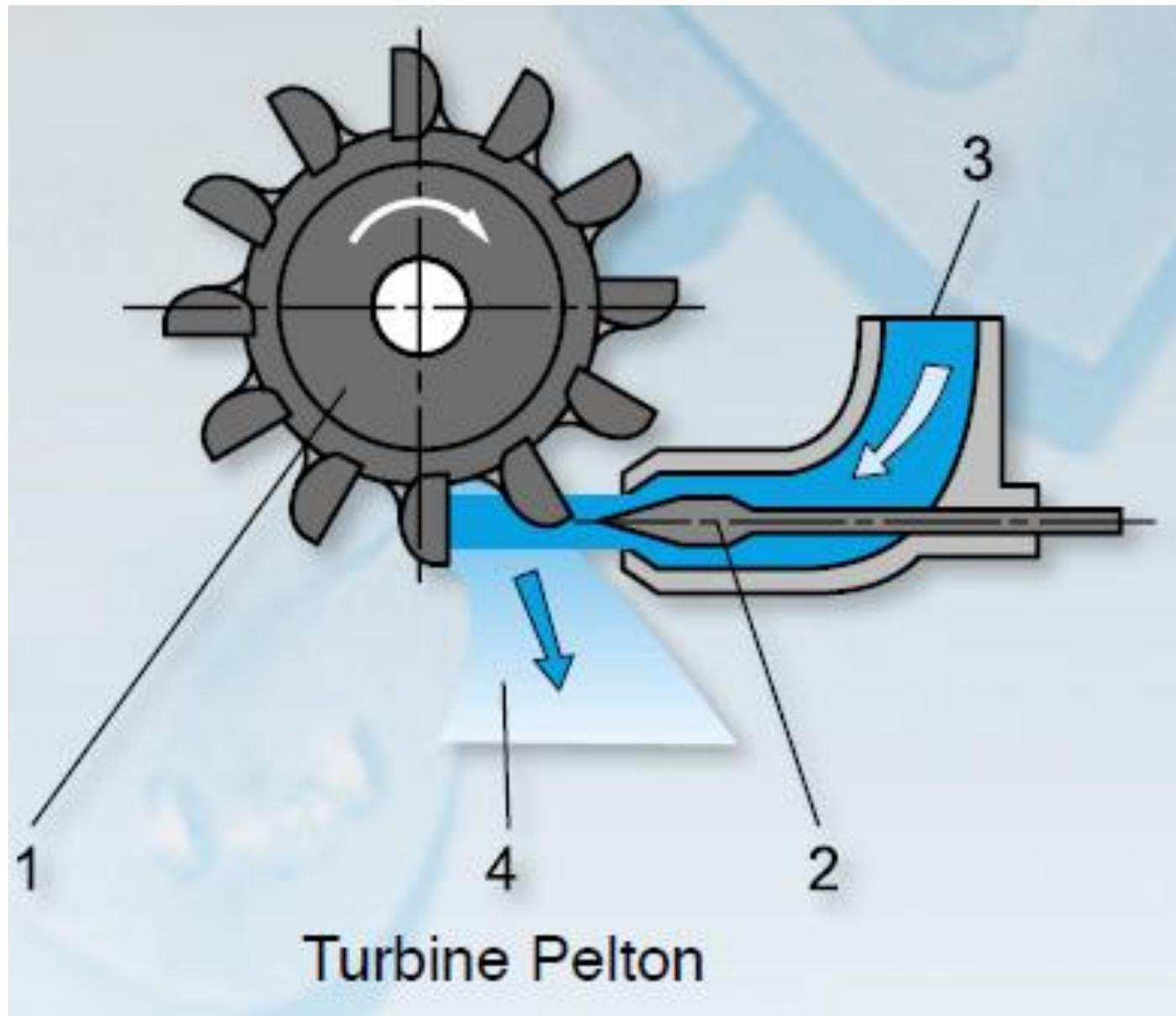
Réponse : 0.654 Kw.

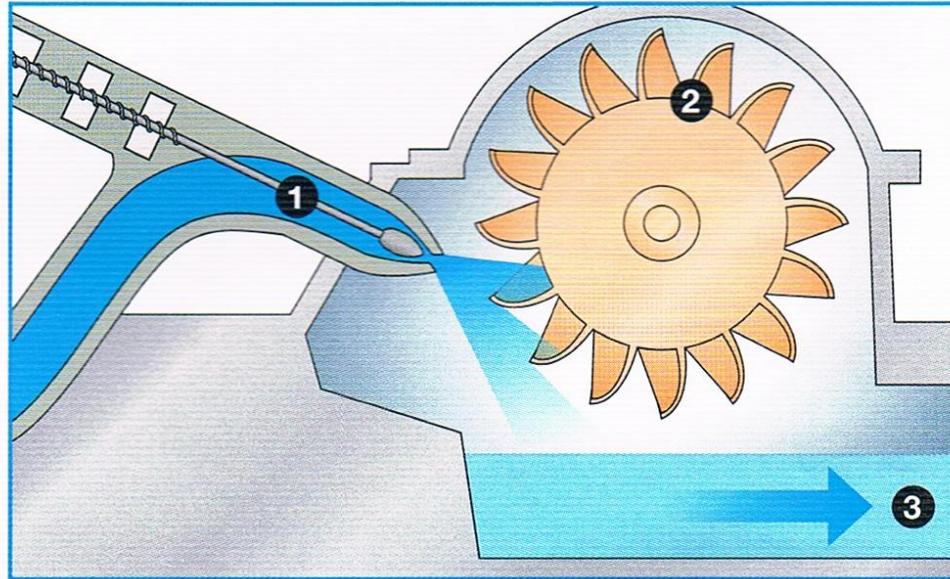
Solution

## 6 Types de turbines dans les centrales hydrauliques

**Le rendement**, la hauteur de chute et le débit volumique sont les éléments décisifs pour la sélection du type de turbines.

## 6.1 La turbine Pelton



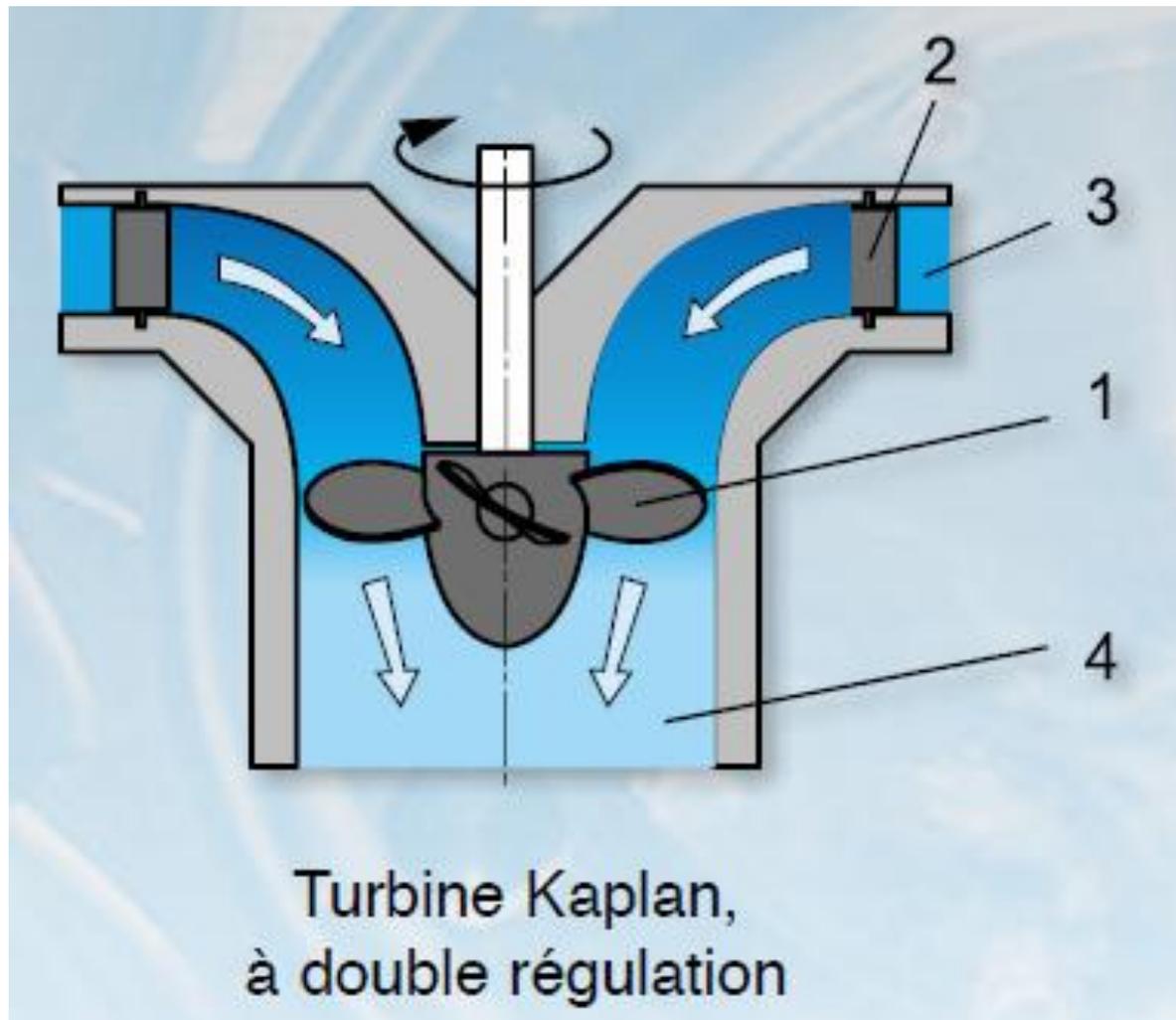


1. alimentation en eau avec buse, 2. rotor avec aubes, 3. écoulement de l'eau

La **turbine Pelton** opère avec la pression ambiante normale. L'eau "tire" à partir d'une ou plusieurs buses en direction des aubes en forme de gobelet du rotor.

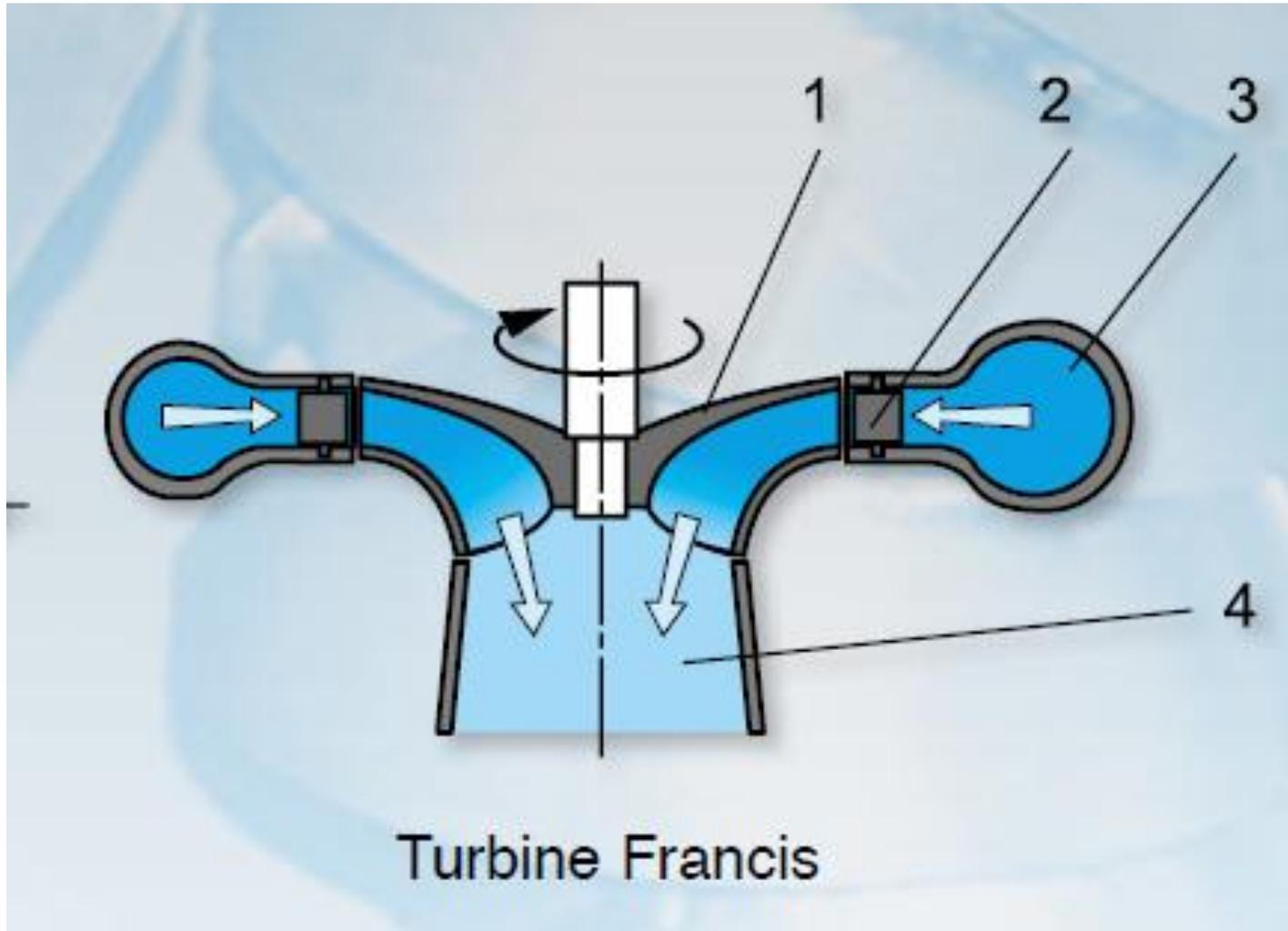
Domaine d'utilisation: chutes de 150-2 000 m, débit volumique 0,02-70 m<sup>3</sup>/s, centrales à accumulation en haute montagne.

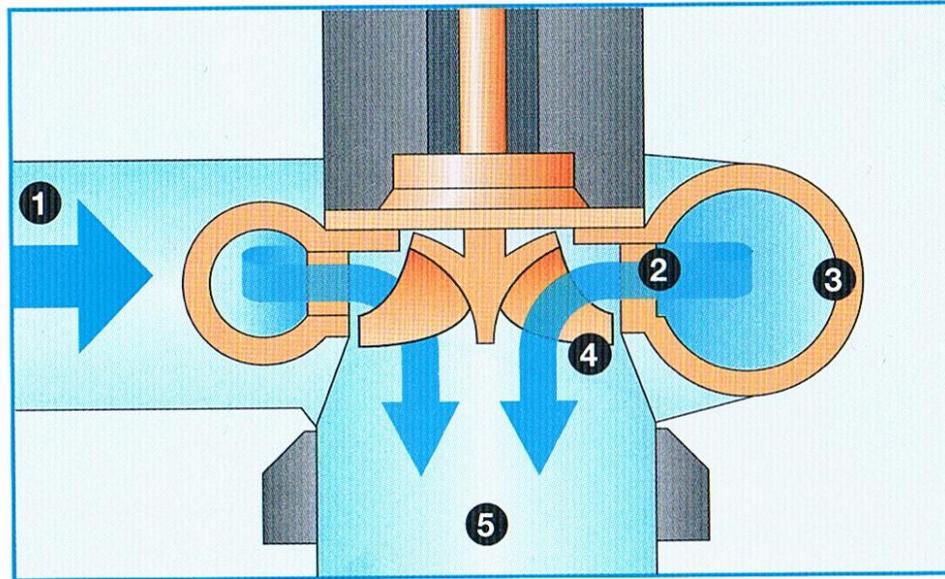
## 3.2 La turbine Kaplan





### 3.3 La turbine Francis

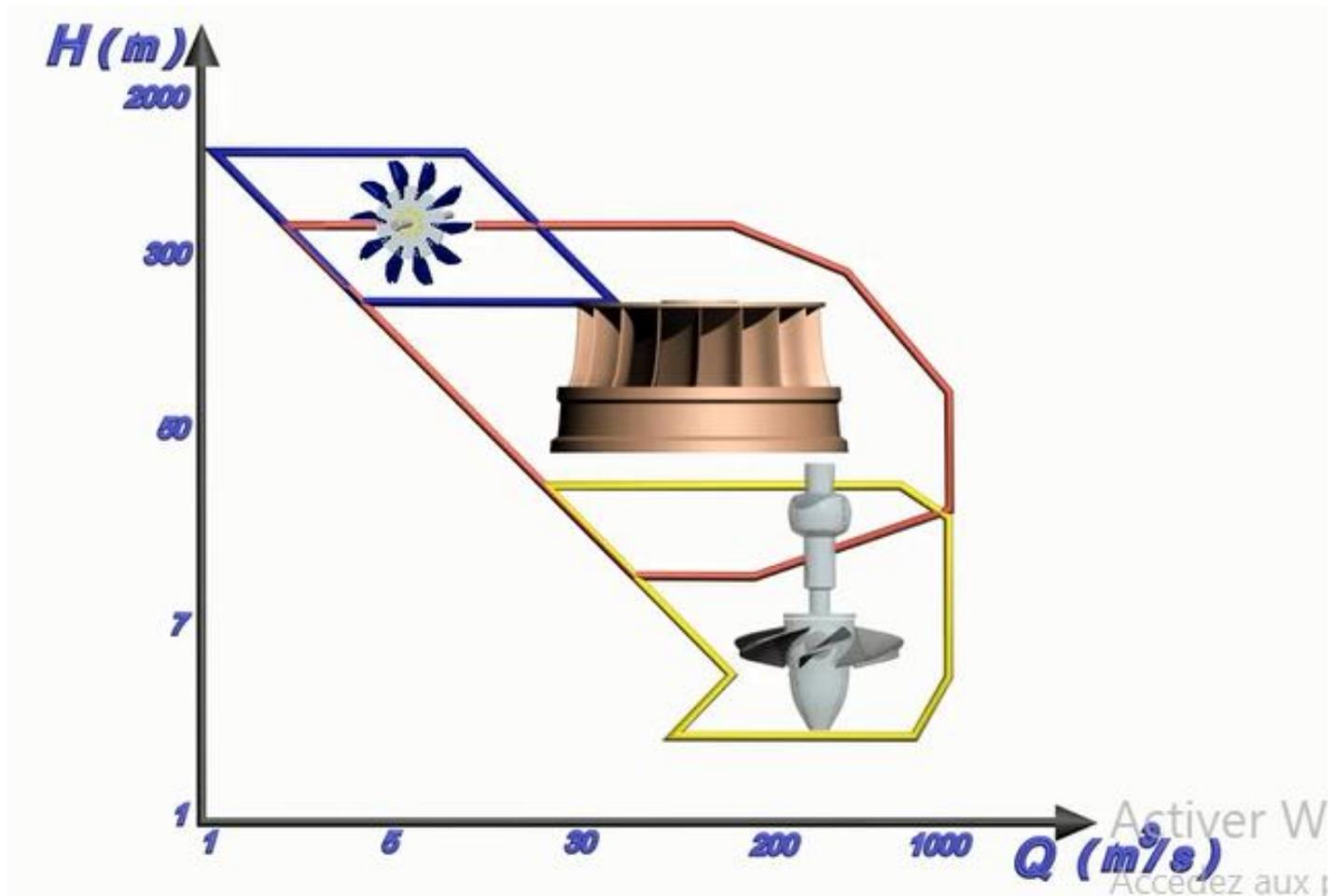




1. alimentation en eau, 2. ailettes du stator, 3. canal annulaire,  
4. aubes du rotor, 5. canal de sortie

La **turbine Francis** opère avec une surpression. Les ailettes du stator sont réglables. Domaine d'utilisation: chutes de 20–700 m, débit volumique 0,3–1000 m<sup>3</sup>/s, barrages

# Le choix d'une turbine hydraulique :



# Le Rendement (*Efficiency*)

