

# LES MACHINES THERMIQUES

## I. Moteurs et récepteurs thermiques

II.1. Introduction aux machines thermiques

II.2. Cycles thermodynamiques - Rendement

II.3. Cycle de Carnot

## II. Thermodynamique des écoulements



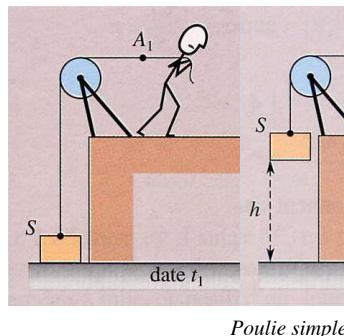
1

## II.1. Introduction au machines thermiques Les conversions d'énergie

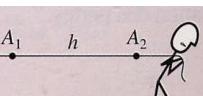
*Une machine est un système qui réalise une conversion d'énergie.*

### ✓ Machines purement mécaniques

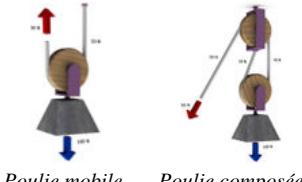
- Conversion de l'énergie fournie par un homme ou un animal en énergie potentielle.



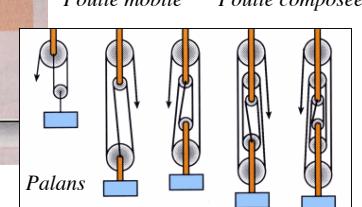
Poulie simple



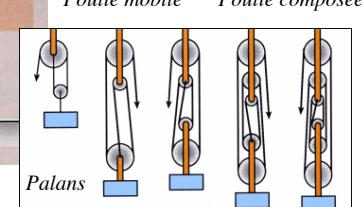
Poulie simple



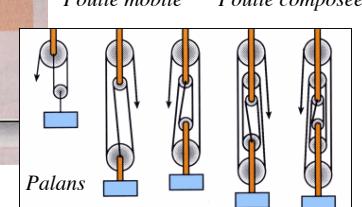
Poulie mobile



Poulie composée

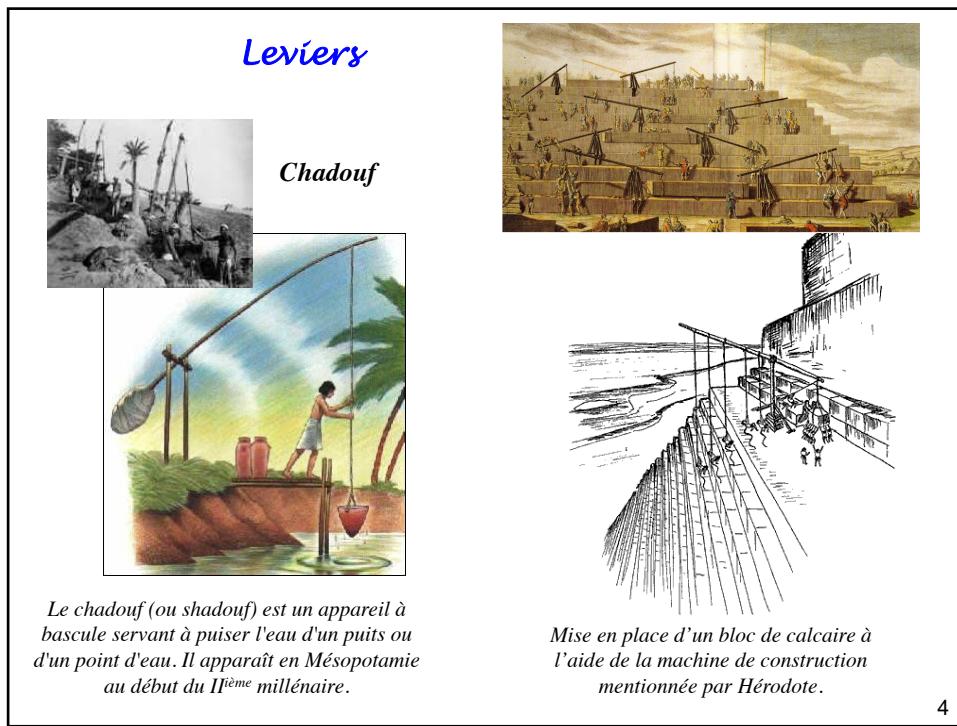
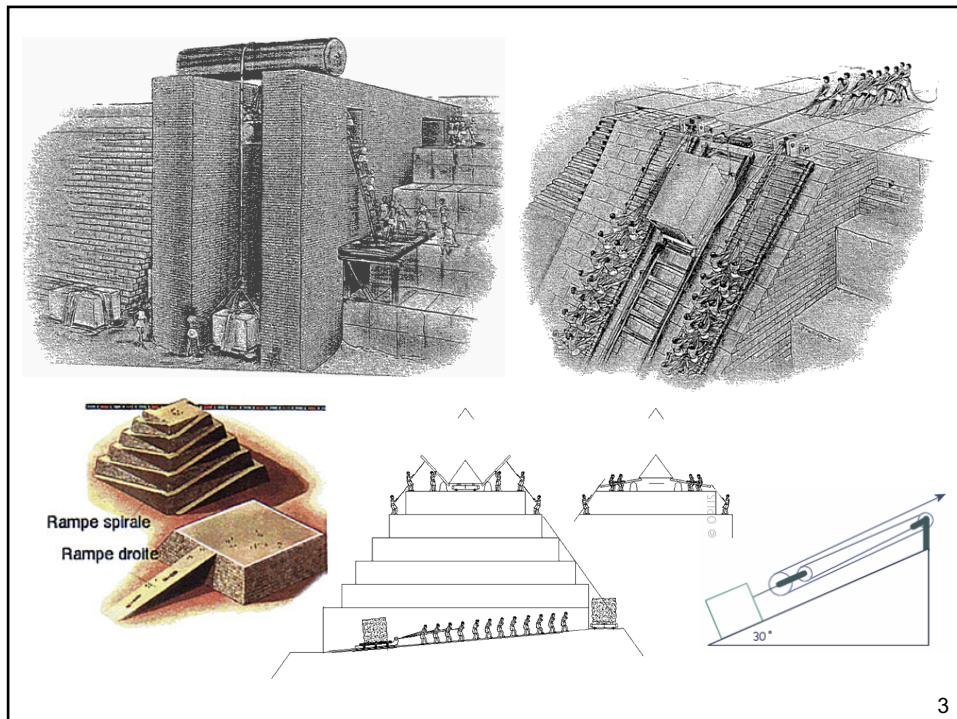


Poulie composée



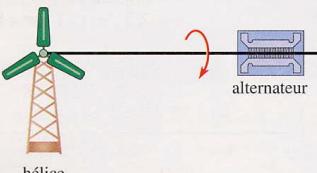
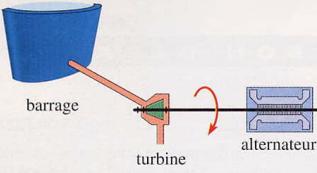
Poulie composée

2



## ✓ Machines purement mécaniques (suite)

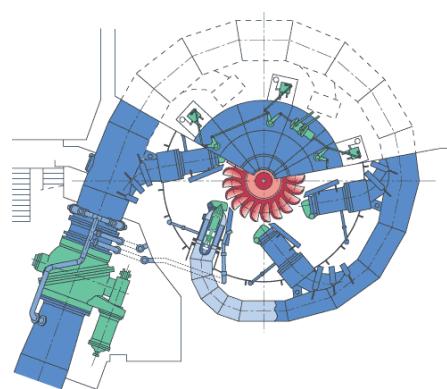
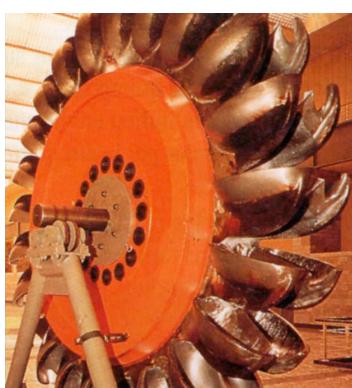
- Production de travail à partir de l'énergie cinétique du vent ou de l'eau.

| ÉNERGIE PRIMAIRE                    | CONVERTISSEURS  | TYPE DE CENTRALE  |
|-------------------------------------|---|---|
| énergie cinétique (vent)            | <br>hélice             | éolienne<br><br>Centrale éolienne à Palm Springs en Californie        |
| énergie potentielle (retenue d'eau) | <br>barrage<br>turbine | hydroélectrique<br><br>Centrale hydroélectrique et barrage de l'aigle |

5

## Turbine PELTON

(Lester A. Pelton, 1870)

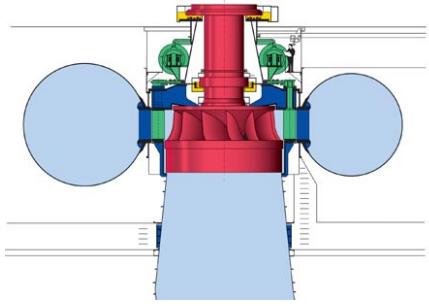


- ✓ Exploite la vitesse de l'eau.
- ✓ Convient aux hautes chutes (200 à 2000 m) à débit modéré ou faible (4 à 15 m³/s).

6



**Turbine Francis**  
(Jean Poncelet, 1820)



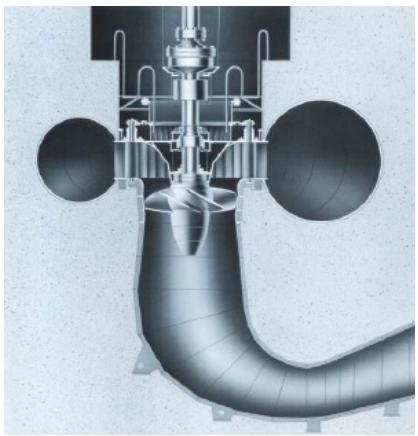
**Machine à réaction (roue immergée)**

- ✓ Exploite aussi bien la vitesse de l'eau (énergie cinétique) qu'une différence de pression.
- ✓ Hauteur de chute comprise entre 10 et 700 m et Débit de 4 à 55 m<sup>3</sup>/s.
- ✓ Rendement médiocre dans le cas de faibles chargements.

7

**Turbine Kaplan**  
(Victor Kaplan en 1910)





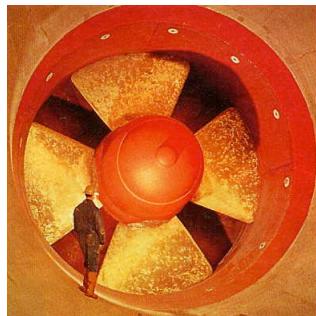
**Turbine hélice à pales mobiles**  
(permet un meilleur fonctionnement sur une plus grande gamme de débits)

- ✓ Machine à réaction, peu sensible aux variations de débit.
- ✓ Hauteur de chute comprise entre 0 et 30 m et débit de 4 à 350 m<sup>3</sup>/s.

8

## Turbine à bulbe

(Allemagne 1940)



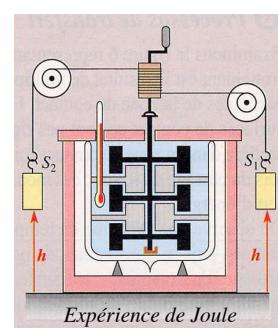
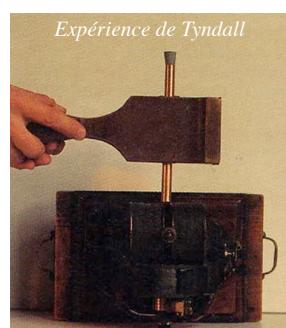
### Machine à réaction - Turbine axiale

- ✓ Convient particulièrement aux faibles hauteurs de chute et forts débits.
- ✓ Usine marémotrice de la Rance : 24 groupes - bulbe réversibles d'une puissance de 10 MW chacun.

9

## ✓ Machines thermiques

- Dégradation de l'énergie mécanique par les frottements : *spontanée et intégrale*



- Conversion d'une énergie thermique en énergie mécanique : *jamais intégrale*

*Les machines thermiques constituent des convertisseurs d'énergie mettant en jeu des transferts thermiques avec des sources de chaleur.*

10

## ✓ Différentes sortes de machines thermiques

### • Les machines à vapeur à combustion externe

| ÉNERGIE PRIMAIRE                         | CONVERTISSEURS                               | TYPE DE CENTRALE |  |
|--|--|------------------|--|
| énergie chimique (charbon, pétrole, gaz) | chaudière → turbine → alternateur            | thermique        | <br>Centrale thermique du Havre                   |
| énergie nucléaire (minéral d'uranium)    | réacteur nucléaire → turbine → alternateur   | nucléaire        | <br>Centrale nucléaire de Nogent-sur-Seine        |
| rayonnement (soleil)                     | générateur de vapeur → turbine → alternateur | solaire          | <br>Centrale solaire Thémis (Pyrénées orientales) |



*Turbine à vapeur*

*La chaleur dégagée par la combustion d'un combustible sert à produire de la vapeur d'eau qui actionne un organe mécanique (piston ou turbine).*

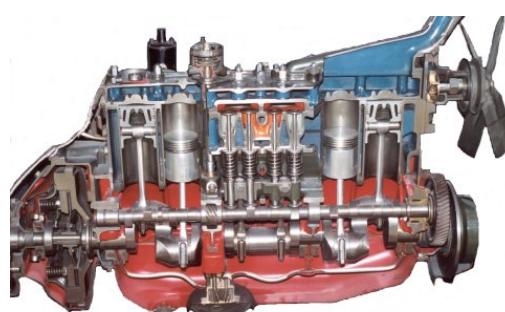
11

### • Les moteurs à combustion interne (moteur à explosion, moteur Diesel, turbine à gaz).

*La chaleur produite par une réaction de combustion permet l'entraînement direct d'un organe mécanique.*

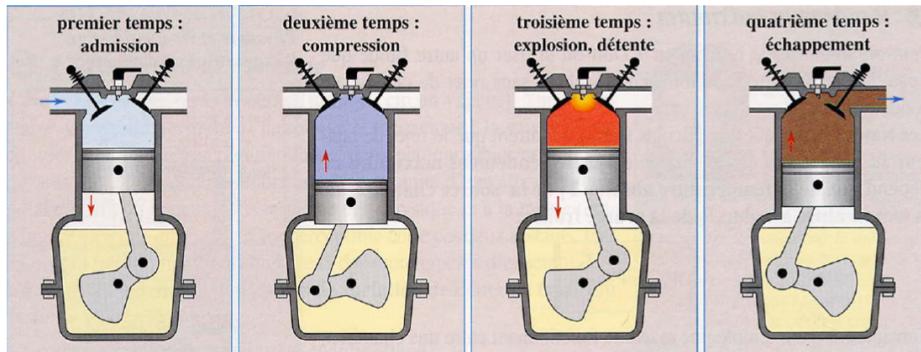
#### Moteurs à explosion (moteur essence, Diesel, ...)

Voiture Citroën  
type C6G (1931)

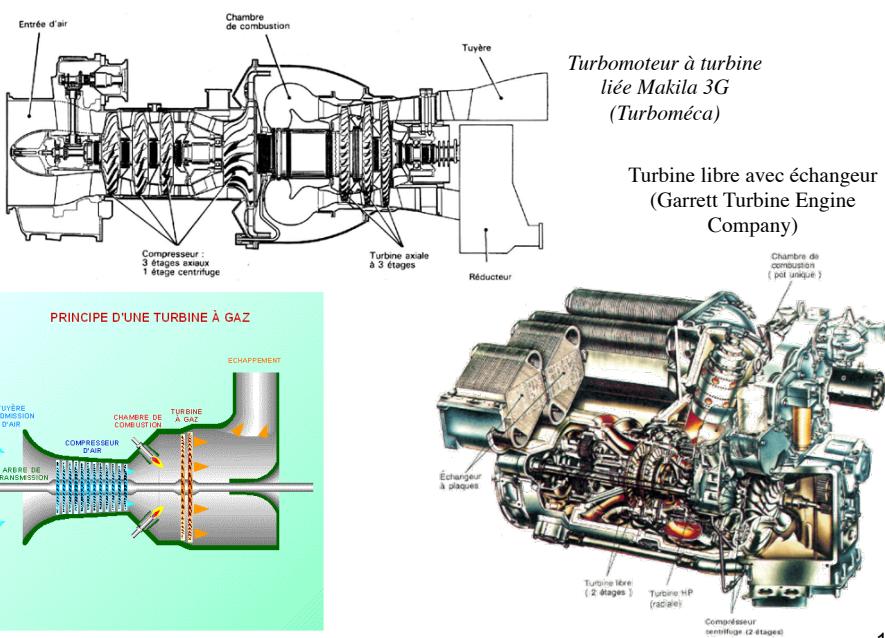


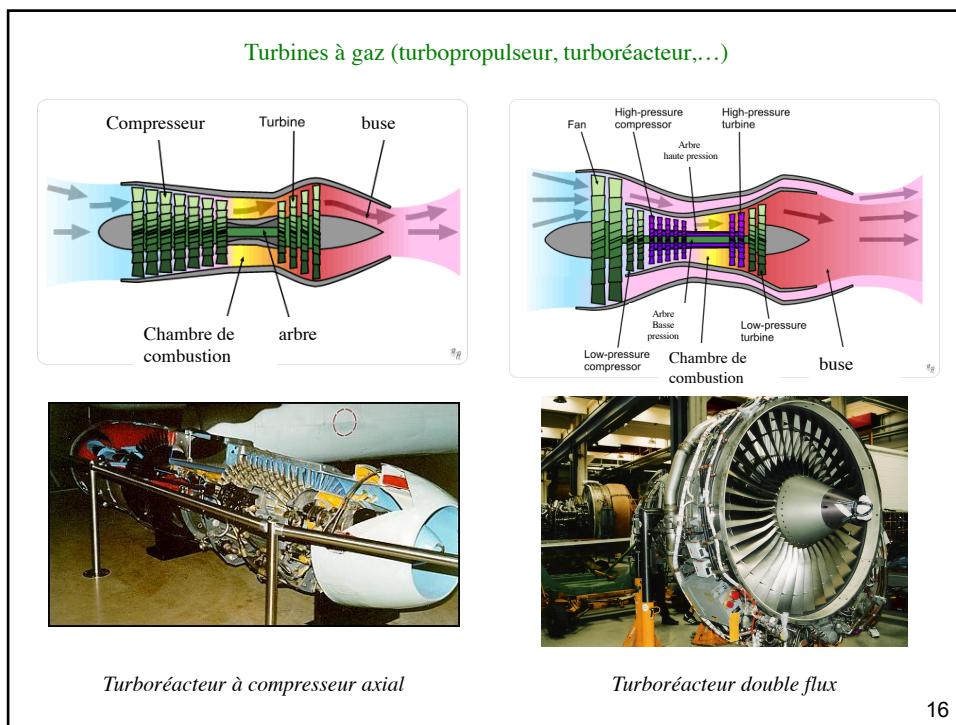
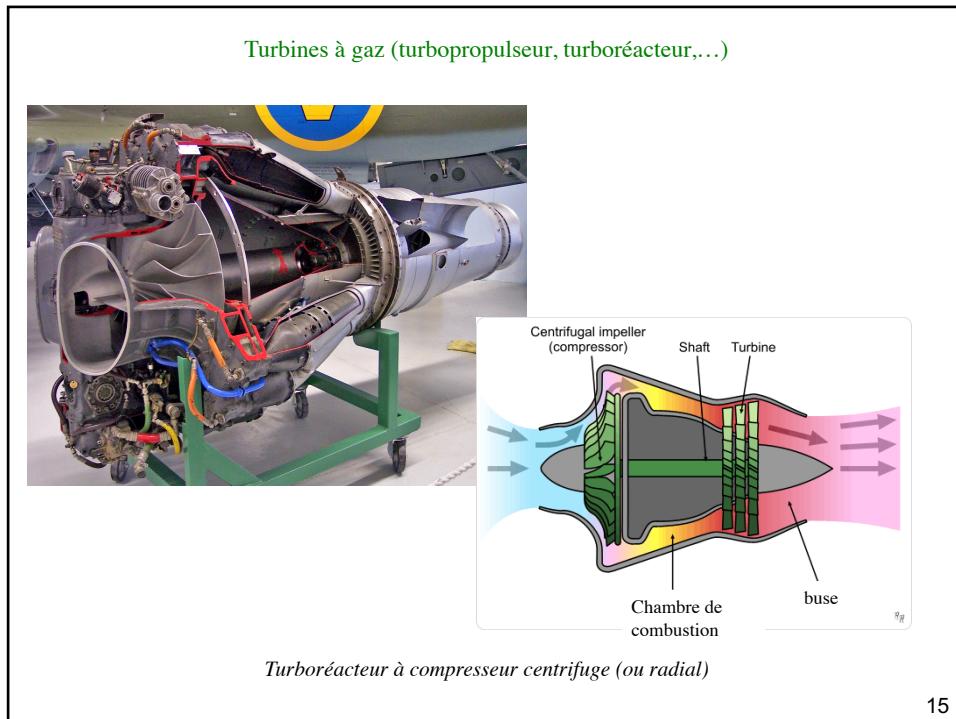
12

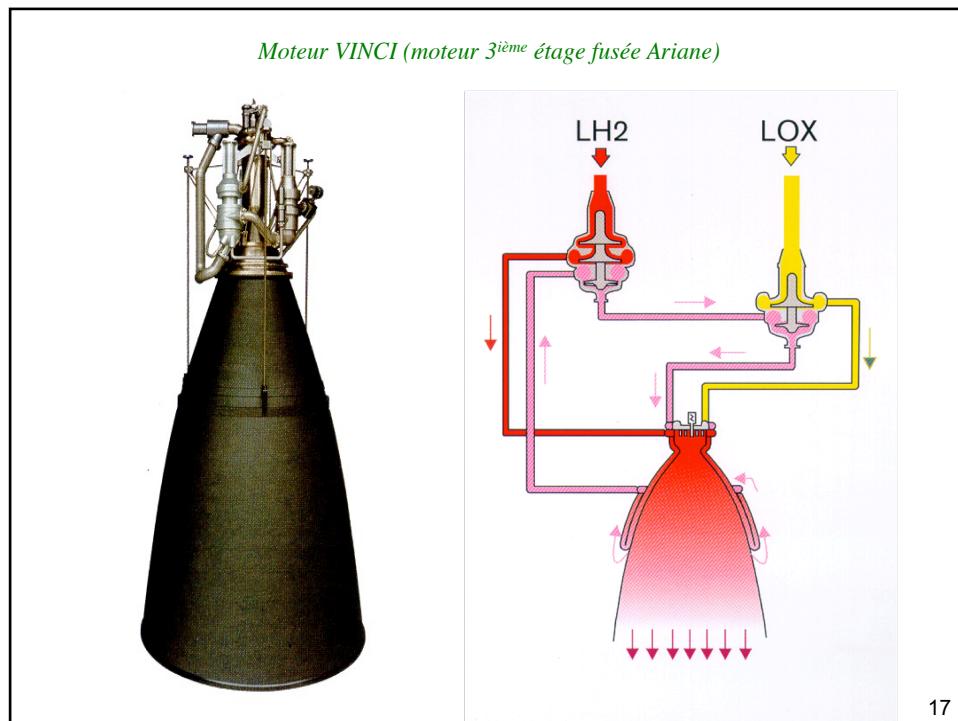
### Les 4 temps d'un moteur à explosion



### Turbines à gaz (turbopropulseur, turboréacteur,...)







### **Les récepteurs thermiques.**

- Ces machines réalisent un transfert de chaleur d'un milieu à basse température vers un milieu à température plus élevée.

1. Condenseur
2. Détendeur
3. Évaporateur
4. Compresseur

