

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



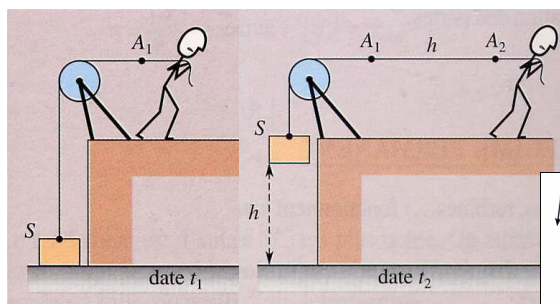
1

II.1. Introduction aux machines thermiques Les conversions d'énergie

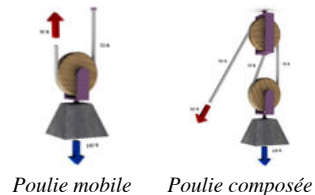
Une machine est un système qui réalise une conversion d'énergie.

✓ Machines purement mécaniques

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

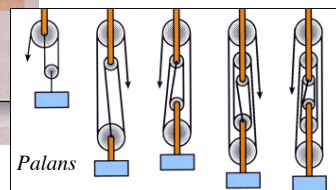


Poulie simple



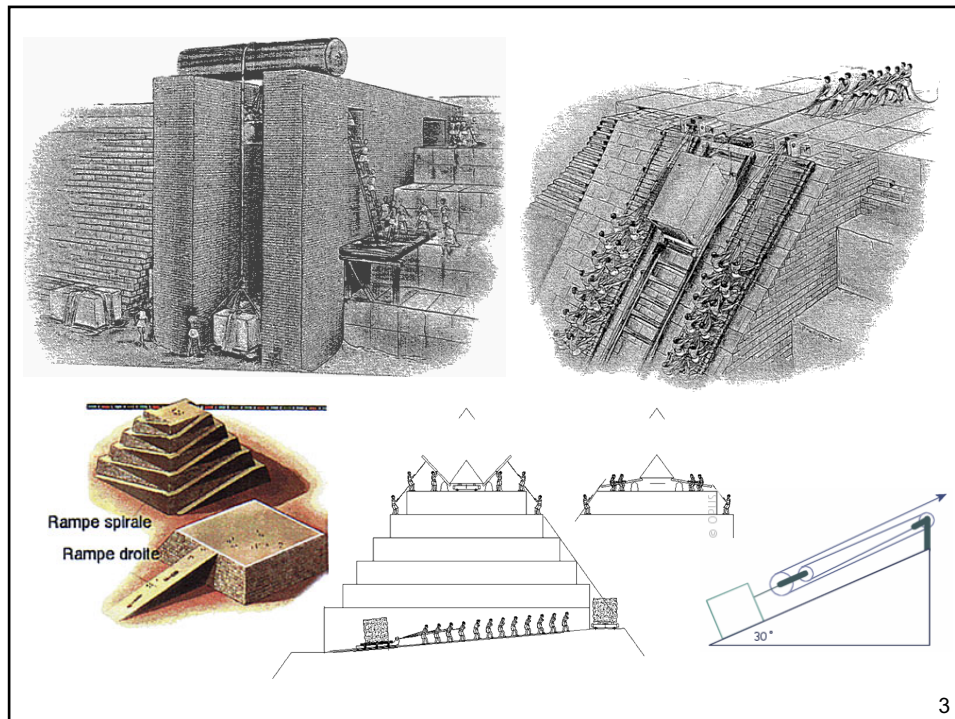
Poulie mobile

Poulie composée



Palans

2

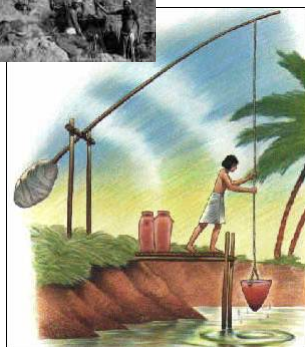


3

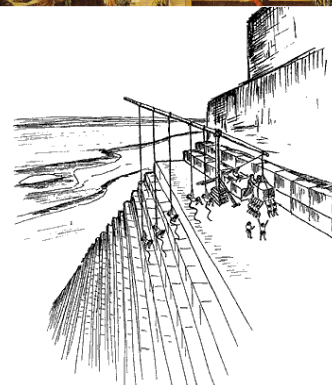
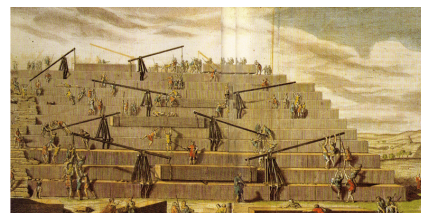
Leviers



Chadouf



Le chadouf (ou shadouf) est un appareil à bascule servant à puiser l'eau d'un puits ou d'un point d'eau. Il apparaît en Mésopotamie au début du II^{ème} millénaire.

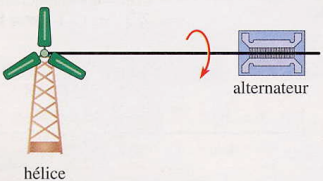
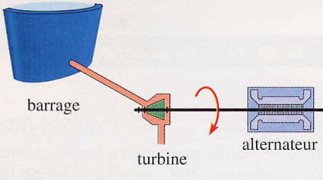


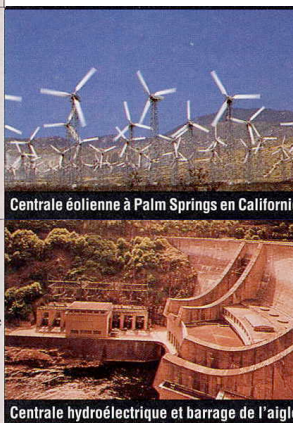
Mise en place d'un bloc de calcaire à l'aide de la machine de construction mentionnée par Hérodote.

4

✓ Machines purement mécaniques (suite)

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

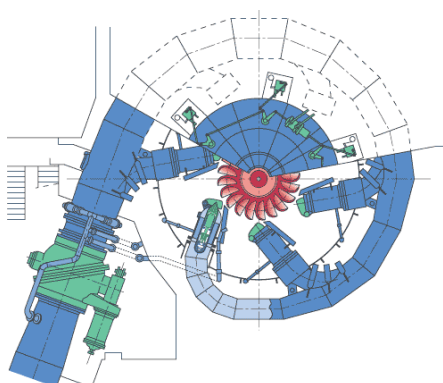
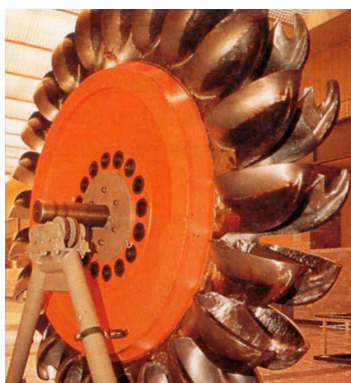
ÉNERGIE PRIMAIRE	CONVERTISSEURS	TYPE DE CENTRALE
énergie cinétique (vent)	 hélice alternateur	éolienne
énergie potentielle (retenue d'eau)	 barrage turbine alternateur	hydroélectrique



5

Turbine PELTON

(Lester A. Pelton, 1870)



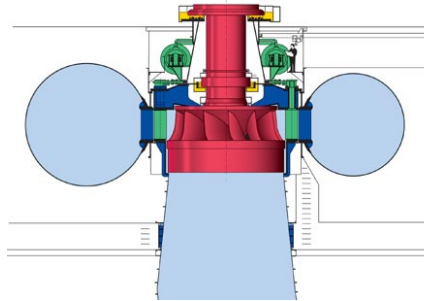
- ✓ Exploite la vitesse de l'eau.
- ✓ Convient aux hautes chutes (200 à 2000 m) à débit modéré ou faible (4 à 15 m³/s).

6



Turbine Francis

(Jean Poncelet, 1820)



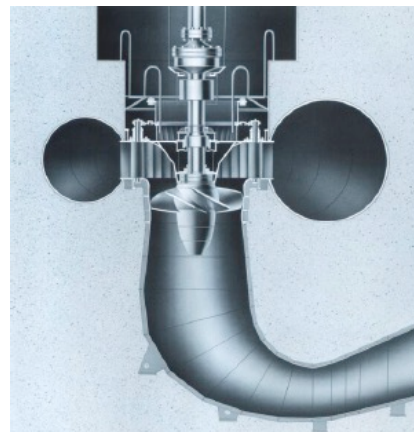
Machine à réaction
(roue immergée)

- ✓ 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 m³/s.
- ✓ Rendement médiocre dans le cas de faibles chargements.

7

Turbine Kaplan

(Victor Kaplan en 1910)



Turbine hélice à pales mobiles

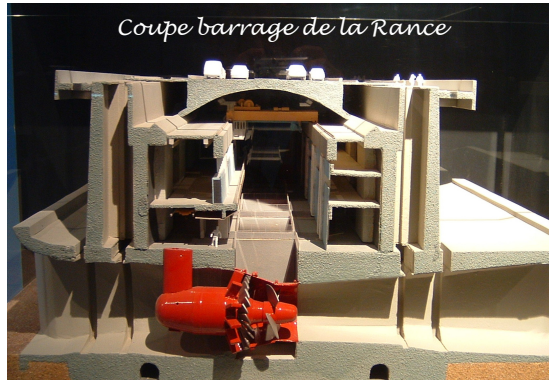
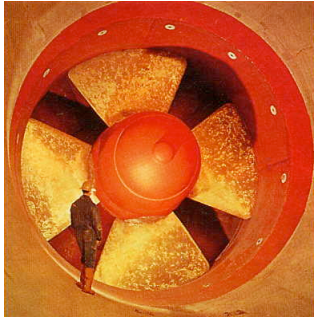
(permet un meilleur fonctionnement sur une plus grande gamme de débits)

- ✓ Machine à réaction, peu sensible aux variations de débit.
- ✓ Hauteur de chute comprise entre 0 et 30 m et débit de 4 à 350 m³/s.

8

Turbine à bulbe

(Allemagne 1940)



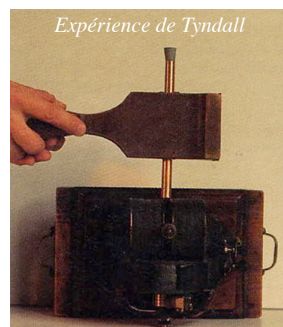
Machine à réaction - Turbine axiale

- ✓ 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.

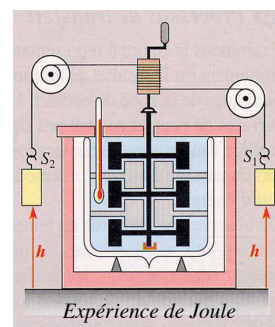
9

✓ Machines thermiques

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



Expérience de Tyndall



Expérience de Joule

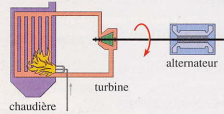
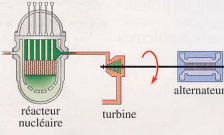
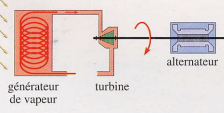
- Conversion d'une énergie thermique en énergie mécanique : *jamais intégrale*

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)		thermique
énergie nucléaire (minéral d'uranium)		nucléaire
rayonnement (soleil)		solaire



Centrale thermique du Havre



Centrale nucléaire de Nogent-sur-Seine



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).

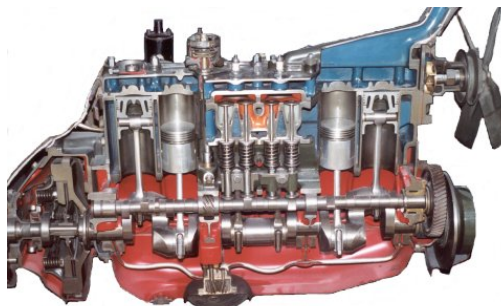
11

• 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.

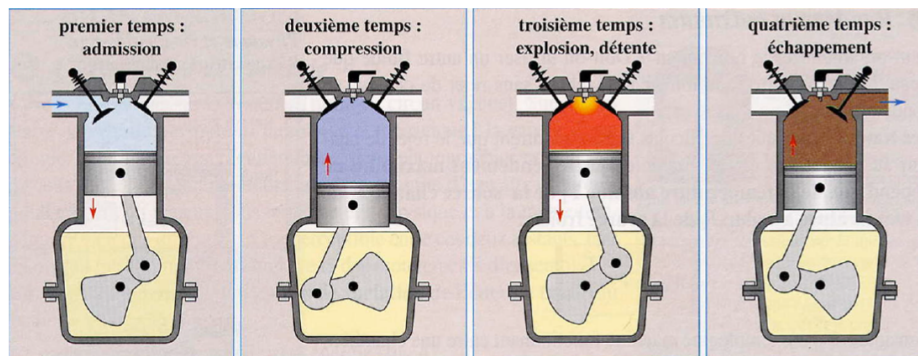
Moteurs à explosion (moteur essence, Diesel, ...)

Voiture Citroën
type C6G (1931)

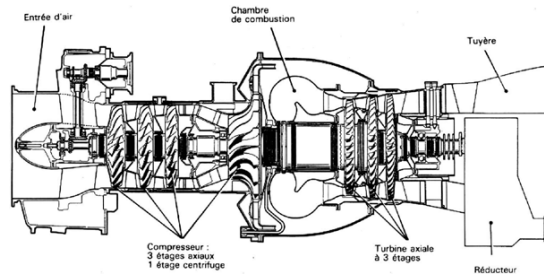


12

Les 4 temps d'un moteur à explosion

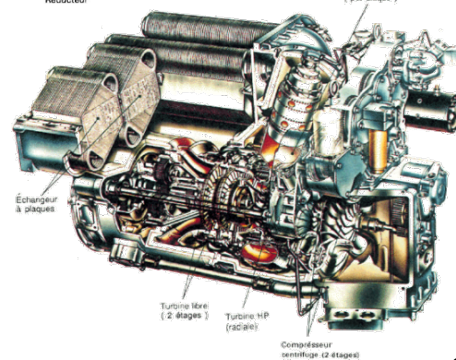
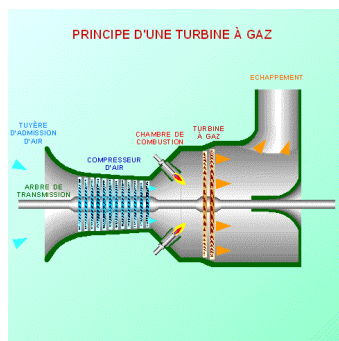


Turbines à gaz (turbopropulseur, turboréacteur,...)

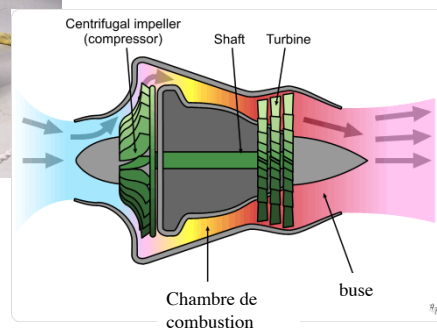
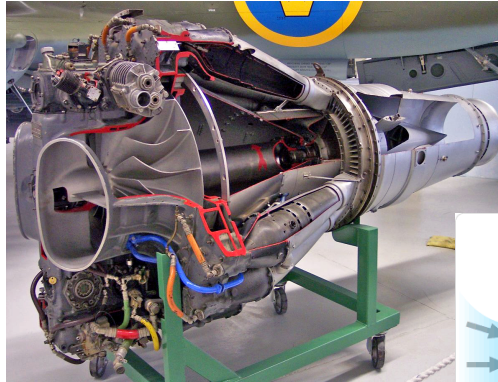


Turbomoteur à turbine liée Makila 3G (Turboméca)

Turbine libre avec échangeur (Garrett Turbine Engine Company)



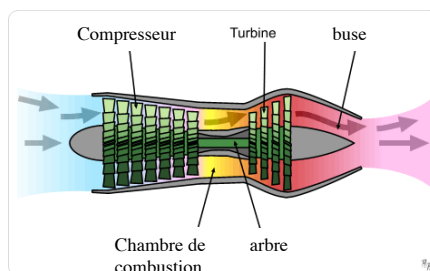
Turbines à gaz (turbopropulseur, turboréacteur,...)



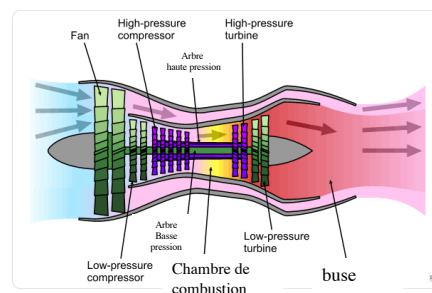
Turboréacteur à compresseur centrifuge (ou radial)

15

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



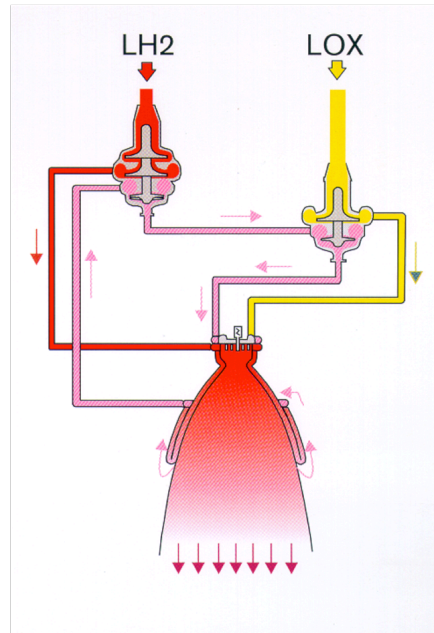
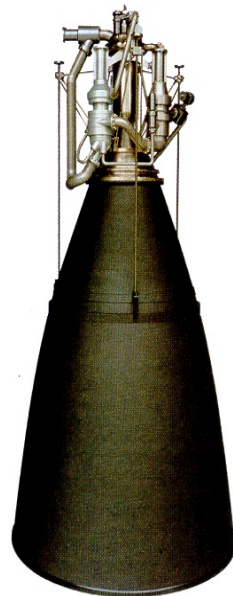
Turboréacteur à compresseur axial



Turboréacteur double flux

16

Moteur VINCI (moteur 3^{ème} étage fusée Ariane)



17

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

