

# Chap 25 : Machines thermiques

**Exemples** : moteurs à essence et Diesel, réfrigérateurs, climatiseurs, pompes à chaleur, centrales électriques thermiques.

**Introduction** : Une machine thermique est un système thermodynamique (M) échangeant du travail avec un système mécanique SM (ou électrique) et du transfert thermique avec un ou plusieurs thermostats (TH) au cours de transformations successives formant un cycle. Au bout d'un cycle, le système revient dans son état initial. Donc toutes les fonctions d'état U, H, S vérifient  $\Delta U=0, \Delta H=0, \Delta S=0$  au cours d'un cycle (car  $U_f=U_i$  etc).

efficacité:  $e = \frac{\text{énergie utile}}{\text{énergie consommée}}$

I) Machine monotherme : un seul thermostat T0  $W = -Q = T_0 \Delta S \geq 0$

II) Machines thermiques dithermes

II.1) Généralités

a) Inégalité de Clausius (ou Carnot-Clausius)  $\Delta S = \frac{Q_c}{T_c} + \frac{Q_f}{T_f} + S_c = 0 \Rightarrow \frac{Q_c}{T_c} + \frac{Q_f}{T_f} \leq 0$   
 b) Les deux types de machines  $\rightarrow$  moteur  $W < 0$   $\rightarrow$  cycle résistant  $W > 0$   $\geq 0$

II.2) Moteur ditherme

a) Rendement  $e = \frac{-W}{Q_c}$   
 b) Théorème de Carnot  $\rightarrow e \leq e_c = 1 - \frac{T_f}{T_c}$  (dém.)  
 c) Exemples

II.3) Machines frigorifiques dithermes

a) Efficacité  $e_{frigo} = \frac{Q_f}{W}$   
 b) Théorème de Carnot  $e_{frigo} \leq e_{frigo}^c = \frac{T_f}{T_c - T_f}$  (dém.)  
 c) Exemple

II.4) Pompe à chaleur ditherme

a) Efficacité  $e_{pac} = \frac{-Q_c}{W}$   
 b) Théorème de Carnot  $e_{pac} \leq e_{pac}^c = \frac{T_c}{T_c - T_f}$  (dém.)  
 c) Exemple

II.5) Complément : Diagramme de Raveau

III) Premier principe industriel : premier principe pour un fluide en écoulement stationnaire

a) Enoncé  $\Delta h + \Delta e_c + \Delta e_{pot} = w_u + q$   
 b) Démonstration

IV) Etude de cycles théoriques réversibles

IV.1) Cycle de Carnot moteur pour un gaz parfait

a) Diagrammes PV et TS  
 b) Rendement

IV.2) Cycle de Carnot résistant pour un système diphasé

a) Diagramme Pv  
 b) Efficacité pour un frigo

Cycle de Carnot = cycle ditherme rev. (2 adiab. et 2 isothermes)

V) Etude de machines thermiques réelles (exercices)

V.1) Moteur à explosion à quatre temps  
 V.2) Machine frigorifique  
 V.3) Echangeur thermique  
 V.4) Cogénération