

# Machines thermiques

## I Généralités

### 1) Ces machines thermiques qui nous entourent

Elles sont partout et on les utilise (plus ou moins consciemment) en permanence !

- moteurs de voitures, de scooters, de motos
- turboréacteurs d'avions
- centrales nucléaires
- centrales thermiques (au charbon ou au gaz)
- atmosphère terrestre !
- réfrigérateurs, congélateurs
- climatiseurs
- pompes à chaleur

Deux catégories :

- machines motrices : elles fournissent du travail mécanique ( $W < 0$ )
- machines réceptrices : elles consomment du travail mécanique (et réalisent un transfert thermique "contre nature", du corps froid vers le corps chaud)

Question : donner un "design" de machine thermique motrice.

Commun à toutes les machines thermiques :

- un fluide
  - eau
  - air+essence
  - fréon ou autres réfrigérants (ou "fluides frigorigènes")
- subit des transformations cycliques (il lui arrive plein de choses mais il revient dans le même état de départ)
- au cours desquelles il échange de la chaleur avec deux thermostats de températures différentes : source froide et source chaude (exemple du frigo, de la PAC, d'une centrale nucléaire, d'un moteur de voiture)

Souvent le fluide circule en circuit fermé (réacteur de centrale nucléaire, frigo, PAC), parfois en circuit ouvert : turboréacteur d'avion. Moteur de voiture : fermé entre l'admission et l'échappement, puis ça recommence.

Diagramme : moteur.

Exemple de cycle : cycle de Joule.

### 2) Pourquoi y a-t-il toujours (au moins) deux sources ?

Question : à l'aide du second principe, montrer qu'il ne peut exister de machine motrice dans laquelle un fluide subit des transformations cycliques et qui soient monothermes.

(équivalent à l'énoncé de Kelvin du second principe).

### 3) Notations et définitions

Notations pour la suite :  $T_f$ ,  $T_c$ ,  $Q_f$ ,  $Q_c$ ,  $W$ . Définition : efficacité.

## II Cycle de Carnot et efficacité maximale des machines thermiques

### 1) Le cycle de Carnot

1824 : Carnot se met à la recherche du cycle idéal. Son idée : le cycle idéal est le cycle réversible !

Comment faire un cycle réversible ? Éviter les transferts thermiques entre corps de températures différentes !

-> le cycle de Carnot. Le représenter en coordonnées de Clapeyron et en coordonnées (T, S).

### 2) Efficacité maximale d'un moteur thermique

Diagramme d'un moteur et calcul de l'efficacité de Carnot. Citer l'inégalité de Clausius.

### 3) Cas des machines réceptrices : réfrigérateur et PAC

Généralités et diagramme de ces machines.

a) Efficacité de Carnot d'un réfrigérateur

b) Efficacité de Carnot d'une PAC

## III Une machine à piston : le moteur à explosion

1) Les quatre temps du moteur à explosion

2) Le cycle de Beau de Rochas

3) Calcul de l'efficacité du cycle

## IV Machines à écoulement de fluide : exemple du réfrigérateur

1) Principe du réfrigérateur

2) Le premier pour un fluide en écoulement stationnaire

Rem : appelé aussi "premier principe en système ouvert"

$$h_2 - h_1 = w_u + q$$

Donner aussi la formulation :

$$D_m \Delta h = P_u + \dot{Q}$$

3) Diagramme (P,h)

4) Utilisation pour le calcul de l'efficacité d'un congélateur