

Chap th1 : révisions de thermodynamique

I. Le premier principe

Enoncé : pour un **système fermé**, la variation d'énergie interne ajoutée de la variation d'énergie mécanique macroscopique est égale à la somme du travail et du transfert thermique échangés par le système avec le milieu extérieur.

Pour une transformation infinitésimale ou élémentaire (soit entre t et $t + dt$), le premier principe s'écrit:

Pour une transformation finie entre l'état initial A et l'état final B , le premier principe s'écrit:

Observez bien les notations:

Les notations d et Δ ne s'appliquent qu'à U et E_m car ce sont des grandeurs que l'on peut mesurer à tout instant lorsque le système est à l'équilibre, on peut donc exprimer les variations de ces grandeurs entre deux états d'équilibre:

$$dU =$$

$$\Delta U =$$

U et E_m s'appellent des

Les notations d et Δ ne s'appliquent pas à W et Q car le travail et l'énergie thermique sont des grandeurs échangées, ce ne sont pas des grandeurs qui varient. Pour W et Q on utilise la notation δ pour désigner un travail ou un transfert thermique élémentaire.

Au sujet de W et Q :

W , Q , δW et δQ sont des grandeurs algébriques. Elles sont quand elles sont reçues par le système et quand elles sont données par le système au milieu extérieur.

Par exemple:

dans une compression, le système du travail soit

dans une détente, le système du travail au milieu extérieur soit

dans une vaporisation, le système du transfert thermique soit

Cas particulier : une transformation au cours de laquelle il n'y a pas de transfert thermique s'appelle une transformation

Au sujet de U : l'énergie interne est une fonction d'état qui représente l'énergie mécanique d'origine macroscopique du système. Elle s'exprime en

Au sujet de E_m : c'est l'énergie mécanique macroscopique du système soit $E_m = E_c + E_p$ macroscopique. On tient compte de ce terme uniquement dans les situations où l'énoncé nous donne la vitesse du fluide (vitesse d'un gaz à l'entrée et à la sortie d'une turbine) ou l'altitude du fluide (hauteur d'un fluide avant et après un barrage).

II. Le second principe

Enoncé: pour un **système fermé**, la variation d'entropie est égale à l'entropie échangée ajoutée de l'entropie créée.

Pour une transformation infinitésimale:

Pour une transformation finie:

Les unités: S , S_c et S_e sont

Observez bien les notations: les notations d et Δ ne s'appliquent qu'à S car c'est une fonction d'état que l'on peut mesurer à tout instant lorsque le système est à l'équilibre, on peut donc calculer ses variations entre deux états d'équilibre.

$$dS =$$

$$\Delta S =$$

Remarque: le second principe sert à calculer l'entropie créée. Quand on trouve $S_c > 0$, on conclut que la transformation est irréversible et on précise d'où viennent les irréversibilités, elles proviennent de tous les phénomènes de diffusion : diffusion de particules des fortes vers les faibles concentrations, diffusion de chaleur des fortes vers les faibles températures,... Quand on trouve $S_c = 0 \text{ J.K}^{-1}$ on conclut que la transformation est réversible.

Cas particulier : transformation adiabatique et réversible:

Dans le cas d'un GP qui subit une transformation adiabatique réversible, le gaz suit les lois de Laplace (on note γ le coefficient isentropique):

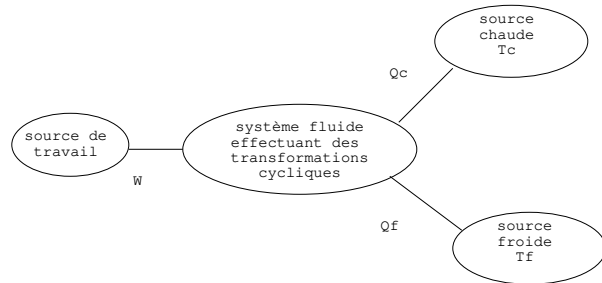
III. Application aux machines thermiques dithermes

1. Présentation

Les machines dithermes reposent sur les échanges d'énergie thermique et mécanique que réalise un système fluide avec:

- deux sources de chaleur de températures différentes, on appelle source chaude, la source de température T_c la plus élevée et source froide, la source de température T_f la plus basse (soit $T_c > T_f$)
- une "source" de travail

Le système fluide effectue des transformations cycliques. Pour un cycle, on note Q_c , Q_f , W les grandeurs échangées, elles sont comptées si le système les reçoit vraiment et si le système les fournit au milieu extérieur.



Premier principe appliqué au système :

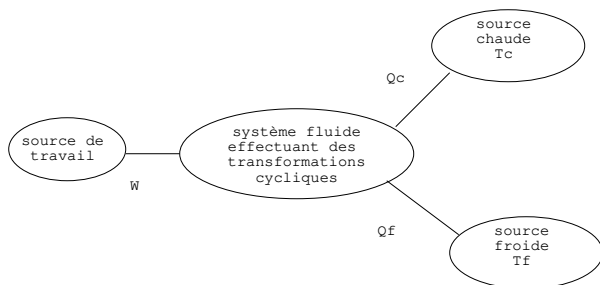
Second principe appliqué au système :

Inégalité de Clausius:

On définit le rendement (aussi appelée efficacité) d'une machine thermique par le rapport:

Il existe deux types de machines thermiques: les moteurs (ces machines fournissent de l'énergie mécanique au milieu extérieur soit $W < 0$) et les récepteurs (ces machines reçoivent de l'énergie mécanique du milieu extérieur $W > 0$).

2. Les moteurs

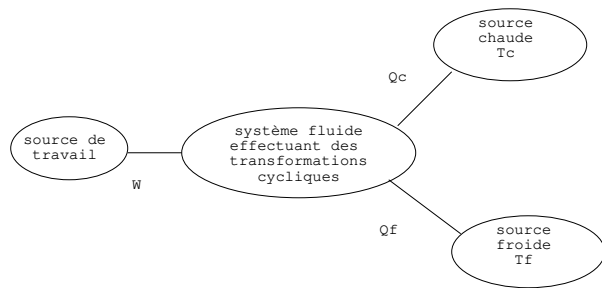


rendement d'un moteur:

Théorème de Carnot:

Démonstration du théorème de Carnot:

3. Les récepteurs



On distingue deux catégories:

- *Les pompes à chaleur* (notées PAC) :

Efficacité :

Théorème de Carnot:

Démonstration du théorème de Carnot:

- *Les machines frigorifiques* :

Efficacité :

Théorème de Carnot:

IV. Application à la détente de Joule-Thomson

Un fluide traverse une canalisation horizontale aux parois calorifugées présentant un obstacle (étranglement ou paroi semi-perméable). Loin de l'obstacle en amont, le fluide est homogène, sa température et sa pression sont notées P_1 et T_1 , loin de l'obstacle en aval, le fluide est homogène sa température et sa pression sont notées P_2 et T_2 . On fait les hypothèses suivantes: l'écoulement est stationnaire ou permanent, l'écoulement est suffisamment lent pour que l'on néglige les variations d'énergie cinétique. Il n'y a pas non plus de variation d'énergie potentielle macroscopique.