

Généralités sur la thermodynamique

I.1 : Introduction :

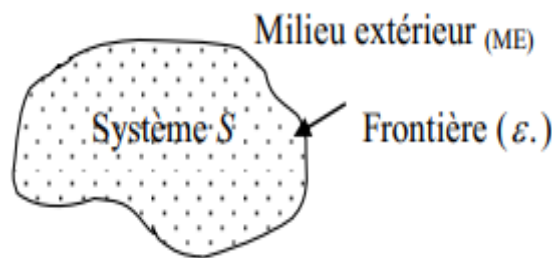
La thermodynamique, branche essentielle de l'énergétique, est la science qui étudie les lois qui précèdent aux échanges d'énergie; notamment celles qui concernent les transformations de l'énergie calorifique ou thermique en une autre forme d'énergie (mécanique, chimique, etc.)

I.2 Notions fondamentales

I.2.1 : Systèmes thermodynamiques :

En thermodynamique, il est nécessaire de décrire parfaitement le système étudié, c'est-à-dire connaître ses propriétés physiques (macroscopiques) comme la température, le volume, la pression et sa composition chimique.

- Un système thermodynamique est un système matériel bien déterminé qui est soumis à des études théoriques ou expérimentales, on le note S .
- Le milieu extérieur, c'est le reste de l'univers, on le note M_E .
- La frontière qui sépare le système du milieu extérieur, peut être réelle ou imaginaire, fixe ou déformable, on la note ε



I.2.2. Types de systèmes

Le système est dit:

- **Système fermé** S'il n'échange pas de matière avec le milieu extérieur
- **Système Isolé** s'il n'échange ni matière ni énergie avec le milieu extérieur
- **Système ouvert** s'il peut échanger de la matière et/ou de l'énergie avec l'extérieur
- **Système adiabatique** si aucun échange de chaleur n'est possible avec l'extérieur
- **Système homogène.** C'est un système qui représente une seule phase. (Exemple : Eau + Alcool)
- **Système hétérogène.** Représente plusieurs phases. (Exemple : eau/ huile)
- **La phase.** C'est un système ayant des propriétés physiques et chimiques uniformes en tous points de l'échantillon.

I.3. Etat d'équilibre d'un système – transformations.

I.3.1. Etat d'équilibre d'un système

Un système est en état d'équilibre quand toutes les grandeurs (variables) d'état qui le décrivent sont constantes en tout point du système au cours du temps.

Etat d'équilibre d'un gaz parfait $\rightarrow$ P, V et T sont constants.

I.3.2. Transformation d'un système.

Son passage d'un état à un autre état, en s'accompagne de modification de un ou plusieurs paramètres. P, T, V

- a- **Transformation cyclique.** Un cycle est une boucle fermée, l'état initial est identique à l'état final c.à.d. que les mêmes variables d'état caractérisant les deux états
- b- **Transformations Isochore.** Une transformation (évolution) est dite Isochore si elle se fait à volume constant
- c- **Transformation isobare.** Une transformation (évolution) est dite Isobare si elle se fait à pression constante
- d- **Transformation isotherme.** Une transformation (évolution) est dite Isotherme si elle se fait à température constante.
- e- **Transformation adiabatique.** Une transformation (évolution) est dite Adiabatique si elle se fait sans échange de chaleur avec le milieu extérieur

La thermodynamique distingue deux types de variables d'état:

1. **Les variables extensives.** Dépendent de la quantité de matière

Exemple : masse, volume, charge électrique, entropie etc...

2. **Les variables intensives.** Ne dépendent pas de la quantité de matière.

Exemple : température, pression, tension électrique, masse volumique, masse molaire, fraction Molaire, etc...

I.3 Définition de l'enthalpie

L'enthalpie est une fonction d'état introduite mathématiquement comme suit :

$$H = U + PV \text{ ou de façon massique : } h = u + Pv$$

Remarques importantes:

A pression constante, la variation d'enthalpie mesure la quantité de chaleur échangée entre le corps pur et le milieu extérieur :

à $P = \text{cste}$, $q = \Delta h \begin{cases} > 0 \text{ la chaleur est reçue par le corps pur} \\ < 0 \text{ chaleur est cédée par le corps pur} \end{cases}$

Pour un liquide comprimé ou pour un solide, l'enthalpie massique, h et l'énergie interne massique, u varient en fonction surtout de la température T comme suit :

$\Delta u = c\Delta T$ où c est la capacité calorifique massique du corps pur (généralement exprimée en $\text{kJ}/(\text{kgK})$).

I.4 Définition de l'entropie

Le terme entropie désigne, dans la thermodynamique classique, une fonction d'état extensive.

L'entropie a été introduite en 1865 par Rudolf Clausius. Elle est notée S . Dans le système international, elle se mesure en joule par kelvin (J.K^{-1}).

L'entropie d'un système mesure donc le degré de dispersion de l'énergie (sous toutes ses formes : thermique, chimique, électrique) à l'intérieur d'un système. Et le second principe stipule que, dans un système isolé, l'énergie a tendance à se disperser le plus possible.

Le deuxième principe de la thermodynamique peut s'exprimer mathématiquement par:

$$dS = dQ/T \quad ; \quad \Delta S \geq 0$$

$\Delta S = 0$ Pour un processus réversible

$\Delta S > 0$ Pour un processus irréversible