

# Cours de thermodynamique n°1 : Introduction à la thermodynamique

Thomas Huault

*Cours de 1<sup>ère</sup>, 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> année d'études supérieures*

## 1 Préambule

La thermodynamique est une branche des sciences physiques s'intéressant aux phénomènes impliqués dans les systèmes à l'échelle macroscopique, possédant un très grand nombre de particules. Dans  $1 \text{ cm}^3$  d'air, le nombre de molécules est d'environ  $3 \cdot 10^{19}$ . Chacune de ces molécules subit environ  $10^{10}$  collisions par secondes.

A cette échelle de grandeur, on considère les phénomènes selon des grandeurs moyennées qui ne nécessite pas de connaître une description à l'échelle microscopique des mécanismes d'interactions entre chaque particule. L'étude du système fait alors appel à un nombre limité de variables et paramètres d'état significatifs du comportement collectif de ses composantes.

Les variables et paramètres d'état sont généralement la pression et la température ou encore le volume...

La thermodynamique décrit donc les phénomènes liant les interactions thermiques et mécaniques afin de comprendre le fonctionnement des machines thermiques transformant l'énergie thermique en énergie mécanique et inversement.

## 2 Historique

- 1640 : Toricelli et Pascal définissent le concept de Pression ;
- 1769 : Watt construit la première machine à vapeur ;
- 1824 : Sadi Carnot détermine que le rendement d'une machine thermique dépend des températures extrêmes du système ; La destruction d'énergie mécanique produit de l'énergie calorifique et inversement ;
- 1842 : Joule et Mayer associent le travail mécanique à l'énergie calorifique ;
- 1850 : Clausius détermine que la production d'un travail équivaut au transport d'une quantité de chaleur et qu'une source chaude est l'équivalent d'une source froide puis d'une énergie dissipée ;
- Fin du 19<sup>e</sup> siècle : moteurs thermiques, thermo-chimie et extension à la physique atomique puis description microscopique par la physique statistique.

## 3 Notations, unités et constantes fondamentales en thermodynamique

### 3.1 Notations et unités

Les principales notations utilisées en thermodynamique traitent des quantités de matière (masse, volume, nombre de particules, concentrations...), des caractéristiques thermiques et barométriques

(pression, température) et des énergies (travail, énergie calorifique...).

Grandeur	Notation	Unité
Température	T	Kelvin (K)
Pression	P	Pascal (Pa)
Masse	M,m	kg
Volume	V	$m^3$
Nombre de particules	N	—
Densité de particules	d	$m^{-3}$
Quantité de matière	n	Mole (mol)
Travail d'une force	W	N.m
Energie	E	Joule (J)
Quantité de chaleur	Q	Joule (J)
Force	F	Newton (N)

Les grandeurs précédentes sont données dans le système d'unité international (SI) qui est le système légal d'unités utilisé dans le monde.

Pour être compris de tous et surtout pour éviter des erreurs de calcul dues aux unités, il convient d'utiliser les unités du système international dans tous ses calculs. Le processus de conversion des unités n'est pas très contraignant et prend peu de temps, temps qui est bénéfique à la justesse des résultats numériques.

### 3.2 Constantes fondamentales

Le nombre de constantes utilisées en thermodynamique est restreint. Bien souvent, on retrouve les mêmes constantes dans beaucoup de calculs et de formules.

Constante	Notation	Valeur et unité
Boltzmann	$k_b$	$1,381.10^{-23} J.K^{-1}$
Gaz parfaits	R	$8,3145 J.mol^{-1}.K^{-1}$
Nombre d'Avogadro	$N_{Av}$	$6,022.10^{23} particules.mol^{-1}$
Charge élémentaire	q, e	$1,602.10^{-19} C$

Ces constantes sont données dans leur notation la plus courante que l'on retrouvera la plupart du temps. Mais, selon les auteurs, ces notations peuvent différer ainsi que les unités utilisées.