

Le premier principe de la thermodynamique exprime la conservation de l'énergie totale d'un système :

$$dE = dQ - dW \quad (1)$$

où dE représente la variation d'énergie interne, dQ l'apport de chaleur externe et dW le travail fourni par le système pour lutter contre la pression exercée par l'extérieur. Cette relation peut se réécrire :

$$dE = dQ - p dV \quad (2a)$$

$$= dQ - p d(m/\rho) \quad (2b)$$

$$= dQ - p m d\alpha \quad (2c)$$

où $\alpha = 1/\rho$ est le volume spécifique. En divisant les deux membres par la masse m , on a :

$$de = dq - p d\alpha \quad (3)$$

où de représente la variation d'énergie interne par unité de masse, et dq l'apport de chaleur externe par unité de masse. Or, e peut s'exprimer en fonction de la température T par :

$$e = c_v T \quad (4)$$

où c_v est la chaleur spécifique à volume constant. La relation (3) devient donc, en divisant par dt et en posant $Q = dq/dt$:

$$\boxed{Q = c_v \frac{dT}{dt} + p \frac{d\alpha}{dt}} \quad (5)$$