

- ✓ A l'état initial, pour le gaz, $p_I = p_{atm}$ et $T_I = T_0$ en exploitant les équilibres mécanique et thermique.
- ✓ A l'état final, pour le gaz, $p_F = p_{atm}$ et $T_F = T_0$ en exploitant les équilibres mécanique et thermique.
- ✓ Le système est donc dans le même état thermodynamique aux états initial et final, par conséquent $\Delta U_{gaz} = 0$
- ✓ Pour le système gaz, les déplacements des limites du système se font au cours de la transformation au niveau du piston mais également de l'enceinte initialement vide. Il va être plus simple de raisonner sur le système (gaz+vide). Pour ce système :

✗ $\Delta U_{tot} = \Delta U_{gaz} + \Delta U_{vide}$ mais $U_{vide} = 0$ et $\Delta U_{gaz} = 0$ donc $\Delta U_{tot} = 0$

✗ $W_{tot} = - \int_{I \rightarrow F} p_{ext} \cdot dV_{tot}$ or le déplacement se fait au niveau du piston où $p_{ext} = p_{atm}$ donc $W = - \int_{I \rightarrow F} p_{ext} \cdot dV_{tot} = -p_{atm} \cdot [V_0 - (V_0 + V_1)] = +p_{atm} \cdot V_1$

✗ Le premier principe donne donc $Q = -W_{tot} = -p_{atm} \cdot V_1$

✗ On en déduit donc l'entropie échangée $S^e = \frac{Q_{tot}}{T_0} = \frac{-p_{atm} \cdot V_1}{T_0}$

✗ Pour le système total $\Delta S_{tot} = \Delta S_{gaz} + \Delta S_{vide} = \Delta S_{gaz} = 0$

✗ On déduit donc du second principe $S^c = \Delta S_{tot} - S^e = \frac{p_{atm} \cdot V_1}{T_0} > 0$

L'évolution est donc bien irréversible.