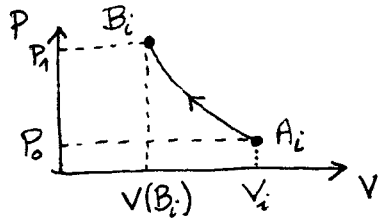


1/ on a:



de  $A_i$  à  $B_i$  on a une isotherme, donc

$$V(B_i) P_1 = V_i P_0$$

2/ de  $B_i$  à  $A_{i+1}$  on a une isentropique, ce qui se traduit pour un gaz parfait

par : 
$$P_1 [V(B_i)]^\gamma = P_0 [V_{i+1}]^\gamma$$

soit  $(V_{i+1})^\gamma = \frac{P_1}{P_0} \left( \frac{V_i P_0}{P_1} \right)^\gamma$  c'est à dire  $V_{i+1} = V_i \left( \frac{P_1}{P_0} \right)^{\frac{1}{\gamma}-1} = \frac{V_i}{\left( \frac{P_1}{P_0} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}}$

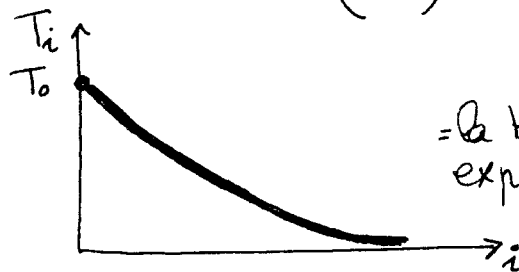
• on a  $T_{i+1} = \frac{P_0 V_{i+1}}{nR}$  et  $V_i = \frac{nR T_i}{P_0}$  la relation entre  $V_{i+1}$  et  $V_i$  se traduit

donc par la relation suivante entre  $T_{i+1}$  et  $T_i =$

$$\frac{T_{i+1}}{T_i} = \frac{V_{i+1}}{V_i} = \frac{1}{\left( \frac{P_1}{P_0} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}}$$

3/ on obtient immédiatement  $T_i = \frac{T_0}{\left( \frac{P_i}{P_0} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}} = T_0 \exp \left\{ -i \frac{\gamma-1}{\gamma} \ln \left( \frac{P_i}{P_0} \right) \right\}$

d'où l'allure :



= la température décroît exponentiellement

4/ (a) : on part de l'identité thermodynamique : cela donne :

$$dS = \frac{1}{T} dU + \frac{P}{T} dV$$

$$d'où = \boxed{dS = \frac{nR\gamma}{\gamma-1} \frac{dT}{T} - nR \frac{dP}{P}}$$

$$dU = TdS - PdV$$

or, pour un gaz parfait on a  $dU = C_v dT = \frac{nR}{\gamma-1} dT$

et 
$$dV = \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P dT + \left( \frac{\partial V}{\partial P} \right)_T dP$$

$$= \frac{nR}{P} dT - \frac{V}{P} dP$$

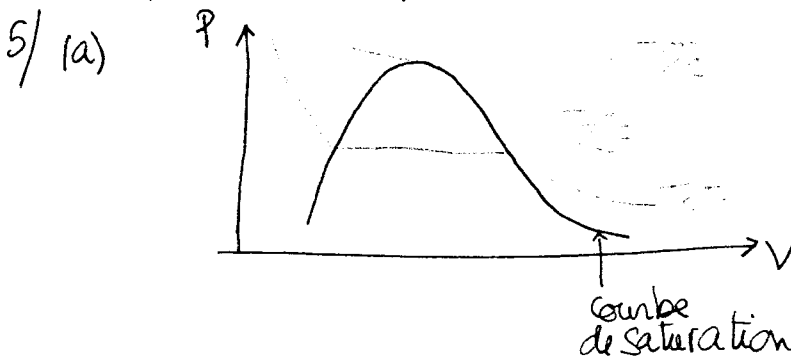
(remarque : il est beaucoup plus facile d'arriver à ce résultat en partant de  $dH = TdS + VdP = C_p dT$  pour un gaz parfait)

d'où 
$$S - S^* = nR \ln \left( \left( \frac{T}{T^*} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \times \frac{P^*}{P} \right)$$

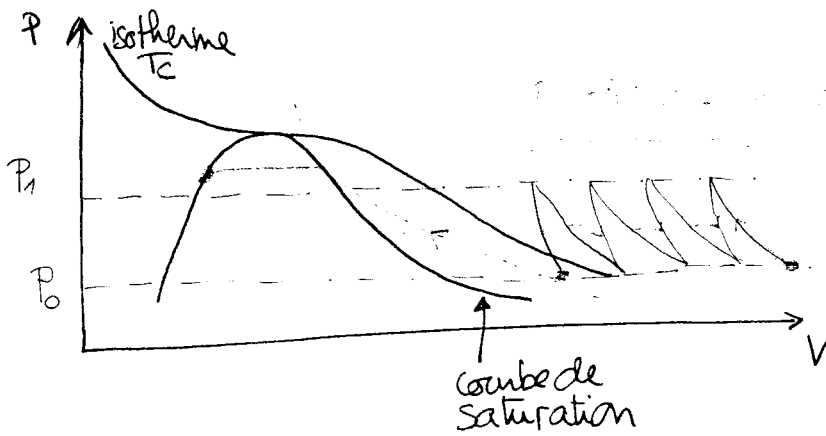
où  $T^*$  et  $P^*$  sont la température et la pression d'un état de référence où l'entropie vaut  $S^*$

(b) on a donc pour notre système: 
$$S_i - S_0 = \frac{nR\gamma}{\gamma-1} \ln \left( \frac{T_i}{T_0} \right) = -nR \ln \left( \frac{P_i}{P_0} \right)$$

(c) = l'entropie du système décroît de la même quantité à chaque itération du processus = on va vers un état plus ordonné. Le 3<sup>è</sup> principe de la thermodynamique nous dit que cela ne peut pas continuer pour toujours... (transition de phase)



(b) le système subit les transformations suivantes:



compression isotherme jusqu'à liquéfaction totale

(c) = on fait  $i$  itérations du processus jusqu'à ce que  $T_i < T_c$ .  
 où je rappelle que  $T_i = \frac{T_0}{\left( \frac{P_i}{P_0} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}}$  avec  $T_0 = 300 \text{ K}$   
 $\frac{\gamma-1}{\gamma} = \frac{2}{7}$

je trouve  $T_1 = 189 \text{ K}$  et  $T_2 = 120 \text{ K} \Rightarrow$  il suffit donc de deux itérations pour descendre au dessous de  $T_c$