

### Exercice : le pp des systèmes en écoulement et compresseur

Un gaz parfait en écoulement traverse un compresseur imposant une compression adiabatique et mécaniquement réversible. On néglige les variations d'énergie cinétique et d'énergie potentielle macroscopique. Donner l'expression de  $w_i$  en fonction de  $M$  (masse molaire du gaz),  $\gamma$  (coefficient isentropique),  $T_i$  (température avant compression),  $P_i$  (pression avant compression) et  $P_f$  (pression après compression).

### Exercice : le pp des systèmes en écoulement et compresseur

On obtient :  $(\Delta_s h + \Delta_s e_c + \Delta_s e_p) = 0$ . Pour le compresseur :  $w_i =$

$$\frac{R\gamma}{M(\gamma-1)} T_i \left( \left( \frac{P_f}{P_i} \right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} - 1 \right)$$

### Exercice : Thermodynamique des systèmes en écoulement

Déterminer la vitesse maximale d'éjection de l'air (assimilé à un gaz parfait) entrant à vitesse nulle dans une tuyère à la pression  $P_e = 10 \text{ bar}$  et à la température  $T_e = 400 \text{ K}$ . Le gaz sort à la pression  $P_s = 1,00 \text{ bar}$ . L'écoulement horizontal et stationnaire est considéré adiabatique et réversible. On donne  $10^{1/3} \approx 2$

### Exercice : Thermodynamique des systèmes en écoulement

Pour appliquer le 1<sup>er</sup> principe des systèmes en écoulement, il manque la température finale. L'hypothèse d'une transformation adiabatique réversible

(et donc adia mec rev) permet d'utiliser les lois de Laplace :  $T_s = T_e \left( \frac{P_e}{P_s} \right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$ . Donc

en prenant  $\gamma = 1,4$ , on a  $T_s = 400(10)^{-\frac{1}{3}} \approx 200 \text{ K}$

Donc  $\Delta_s h + \Delta_s e_c = 0$  Donc  $c_s = \sqrt{2c_p(T_e - T_s)} \approx 600 \text{ m/s}$

### Exercice : Compresseur idéal et réel

On considère la compression adiabatique d'un gaz parfait.

1) Etude dans un diagramme  $p(h)$

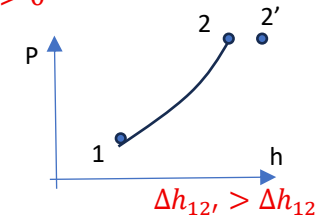
a) Montrer que la courbe  $p(h)$  associée à une transformation isentropique est une fonction croissante.

- b) Quelle est l'allure d'une compression adiabatique mécanique réversible entre l'état 1 et 2 ?
- c) Quelle est l'allure d'une compression adiabatique entre l'état 1 et 2' (même pression finale)?
- d) Quelle transformation nécessite plus de travail indiqué ?

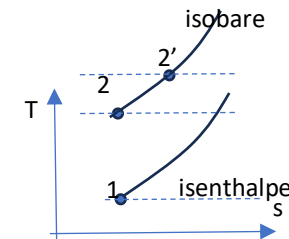
2) Etude dans un diagramme  $T(s)$  :

- a) Quelle est l'expression de la courbe  $T(s)$  associée à une isobare ? Et à quoi ressemble une isenthalpe d'un GP dans ce diagramme.
- b) Quelle est l'allure d'une compression isentropique sur ce type de diagramme ? Quelle l'allure d'une compression adiabatique non réversible (pour une même pression finale)?
- c) Comment justifier que l'irréversibilité nécessite plus de travail indiqué sur ce diagramme ?

1) A partir de l'identité thermodynamique  $dh = Tds + vdP = vdP$   
donc  $\frac{dP}{dh} = \frac{1}{v} > 0$



2) Pour une isobare :  $dh = Tds = c_p dT$  donc  $T \propto \exp\left(\frac{s}{c_p}\right)$



De même :  $\Delta h_{12'} > \Delta h_{12}$