

### T4.8. Optimisation d'un compresseur.

On veut réaliser une installation de production d'air comprimé répondant au « cahier des charges » suivant :

- état initial de l'air : pression :  $P_1 = 10^5$  Pa, température  $T_1 = 290$  K ( $T_1$  : température ambiante) ;
- état final de l'air : pression :  $P_2 = 5 \cdot 10^5$  Pa, température  $T_1$ . L'air sera assimilé à un gaz parfait ( $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ), de rapport  $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = 1,40$

Les échanges thermiques éventuels se font uniquement avec l'extérieur à la température uniforme  $T_1$ .

1. Déterminer l'entropie créée  $Sc$  lors de cette transformation en fonction du travail  $W$  pour la réaliser.  
Quel est le travail minimal  $W_m$  nécessaire à cette transformation ?  
A quel type de transformation correspond cette valeur  $W_m$  ? Montrer que ce travail est bien celui recherché.
2. La transformation précédente étant irréalisable en pratique, on propose les opérations suivantes:
  - compression adiabatique réversible de l'état initial jusqu'à la pression  $P_2$  ;
  - refroidissement isobare jusqu'à l'état final.

Représenter dans un diagramme  $(P, V)$  les différentes transformations.

Exprimer le travail total  $W_1$  nécessaire ainsi que le rapport  $\eta_1 = \frac{W_1}{W_m}$ .

Faire l'application numérique pour  $\eta_1$  dans le cas d'une mole de gaz parfait.

3. Calculer à nouveau le travail  $W$  pour un compresseur à deux étages :
  - compression adiabatique réversible  $(P_1, T_1) \rightarrow P$  ;
  - refroidissement isobare jusqu'au retour à  $T_1$
  - compression adiabatique réversible  $(P, T_1) \rightarrow P_2$  ;
  - refroidissement isobare jusqu'au retour à  $T_1$ .

Comment faut-il choisir la pression  $P$  pour que  $W$  soit minimal ?

Quelle est l'expression de ce travail minimal  $W_2$  ?

Exprimer le rapport  $\eta_2 = \frac{W_2}{W_m}$ .

Faire l'application numérique pour  $\eta_2$  dans le cas d'une mole de gaz parfait.

Comment procéder pour faire alors tendre  $W$  vers  $W_m$  ?