

ANALYSE DU CYCLE THERMODYNAMIQUE DE LA TURBINE A GAZ

On considère l'installation de production d'énergie mécanique composée des éléments suivants :

- un compresseur d'air,
- une chambre de combustion alimentée en air comprimé et en méthane,
- une turbine à gaz alimentée par les gaz de combustion, accouplée par un axe mécanique au compresseur.

Tous ces éléments de l'installation sont supposés adiabatiques.

A l'admission du compresseur (C), l'air entre à une température et une pression égales à $T_1=15^\circ\text{C}$ et $P_1=1$ bar. Le taux de compression est réglé à la valeur $\tau=16$. Le débit massique d'air vaut $\dot{m} = 1\text{kg/s}$.

Dans la chambre de combustion on injecte l'air, mais aussi du méthane sous pression ($P_5=20\text{bar}$) avec un débit $\dot{m}_{\text{CH}_4} = 0.02\text{kg/s}$. Cette injection de combustible donne lieu à une combustion avec l'air. En sortie de la chambre de combustion on récupère des gaz brûlés à la température de fin de combustion $T_3=1200^\circ\text{C}$. La composition de ces gaz brûlés amène à représenter ce mélange gazeux par un gaz parfait équivalent de masse molaire $M = 28,6\text{g.mole}^{-1}$ et de rapport des chaleurs massiques $\gamma=1.57$.

A l'échappement de la turbine (T) les gaz brûlés sortent à la pression atmosphérique $P_4=1$ bar.

On prendra pour la constante universelle des gaz parfaits $R=8,315\text{J.mole}^{-1}.\text{K}^{-1}$. On rappelle les valeurs des masses molaires de l'air et du méthane : $M_{\text{air}}=29\text{g.mole}^{-1}$, $M_{\text{CH}_4}=16\text{g.mole}^{-1}$.

1/ question préliminaire :

Evaluer la chaleur massique à pression constante C_p du mélange de gaz brûlés.

2/ Etude de la compression

a/ En faisant l'hypothèse d'une compression idéale, calculer la température de l'air en sortie de compresseur T_2 . Quelle serait la puissance W' à fournir au compresseur dans de telles conditions ?

b/ Dans la réalité la transformation n'est pas idéale et on donne le rendement isentropique du compresseur $\eta = 0.85$. Quel est la puissance réelle W à fournir à l'air ? Que vaut la température au point 2 notée T_2 ?

3/ Analyse de la pression dans la chambre de combustion.

a/ Effectuer le bilan de masse dans la chambre de combustion

b/ Expliquer :

- pourquoi la pression du méthane à injecter doit être supérieure à 16 bar ?.
- pourquoi peut-on considérer que la pression en entrée de la turbine vaut 16 bar ?.

4/ Etude de la détente dans la turbine

a/ Une mesure de la température en sortie de turbine donne la valeur $T_4=530^\circ\text{C}$. Calculer la puissance réelle délivrée par la turbine.

b/ Définir un rendement isentropique de la turbine. Le calculer.

5/ Définir un rendement de l'installation, le calculer.

