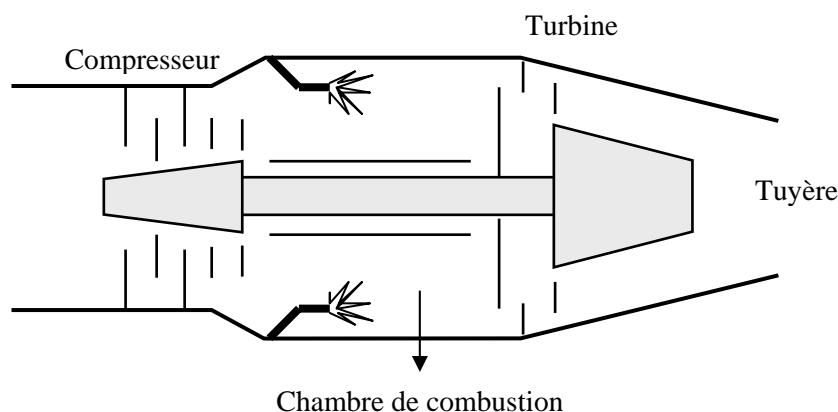


## Épreuve de thermodynamique du BTS FEE 2005

### Étude simplifiée d'un turboréacteur

Un turboréacteur à simple flux comprend un compresseur, une chambre de combustion, une turbine et une tuyère. Le compresseur et la turbine sont montés sur un même arbre.



Le compresseur aspire l'air à la pression atmosphérique  $P_0 = 1 \text{ bar}$  à  $T_0 = 298 \text{ K}$  avec un débit massique  $q_m = 60 \text{ kg.s}^{-1}$  et le comprime adiabatiquement jusqu'à la pression  $P_1 = 4 \text{ bars}$ . On assimile l'air à un gaz parfait de constante  $r = 287 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$  et de capacité calorifique massique à pression constante  $c_p = 1000 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ . Les transformations sont considérées réversibles.

Relations de Laplace pour un gaz parfait lors d'une transformation adiabatique :

$$P V^\gamma = \text{Cste} \quad T V^{\gamma-1} = \text{Cste} \quad P^{1-\gamma} T^\gamma = \text{Cste}$$

#### I - Étude du compresseur

**I – 1.** Montrer que le coefficient  $\gamma$ , rapport entre les capacités calorifiques massiques à pression constante et à volume constant, est égal à 1,4.

**I – 2.** Vérifier que la température  $T_1$  à la sortie du compresseur est égale à 443 K.

**I – 3.** Quelle est la puissance  $P_C$  du compresseur ?

*Rappel : Expression de la puissance  $P$  dans le cas d'une transformation isentropique :  $P = q_m \Delta h$  avec  $h$  enthalpie massique.*

#### II - Étude de la chambre de combustion

Le carburant est injecté dans l'air comprimé et brûle sous pression constante dans la chambre de combustion. La combustion s'effectue avec un important excès d'air, on admettra donc qu'il n'y a pas de modification de la nature et du nombre de moles de gaz.

**II – 1.** La température maximale admise à l'entrée de la turbine est  $T_2 = 1173 \text{ K}$ .

Calculer la quantité de chaleur  $Q$  qu'il faut fournir à l'air en une seconde pour élever sa température de  $T_1$  à  $T_2$ .

**II – 2.** En déduire la masse de carburant à injecter par seconde sachant que son pouvoir calorifique moyen est :  $Q_C = 43 \times 10^3 \text{ kJ.kg}^{-1}$ .

### III - Étude de la turbine

Les gaz se détendent adiabatiquement dans la turbine. Soit  $T_3$  la température à sa sortie.

**III – 1.** Donner l'expression du travail échangé entre le gaz et le rotor de la turbine pour 1 kg d'air sachant qu'il s'agit d'un travail total avec transvasement. Interpréter son signe.

**III – 2.** En déduire l'expression de la puissance  $P_t$  de la turbine (rappel :  $P_t > 0$ ).

**III – 3.** En admettant que la puissance  $P_t$  de la turbine est égale à la puissance  $P_C$  du compresseur, montrer que la température  $T_3$  à la sortie de la turbine est donnée par la relation :  $T_3 = T_0 + T_2 - T_1$ .

Calculer  $T_3$ .

**III – 4.** En déduire  $P_3$ , la pression des gaz à la sortie de la turbine.