

# CORRIGE

**Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.**

**BTS MAINTENANCE ET EXPLOITATION  
DES MATERIELS AERONAUTIQUES**

Sous Epreuve U 31

Session de juin 2004

**THERMODYNAMIQUE BAREME**

**Problème 1 :** .....> 10 points

Question 1 : .....> 0,5 point

Question 2 : .....> 1 point

Question 3 : .....> 1 point

Question 4 : .....> 2 points

Question 5 : .....> 1,5 point

Question 6 :

Question 6 a : .....> 2,5 points

Question 6 b : .....> 0,5 point

Question 6 c : .....> 1 point

**Problème 2 :** .....> 10 points

Question 1 : .....> 1 point

Question 2 : .....> 1 point

Question 3 :

Question 3 a : .....> 1 point

Question 3 b : .....> 3 points

Question 4 : .....> 1,5 point

Question 5 : .....> 2,5 points

**BTS MAINTENANCE ET EXPLOITATION  
DES MATERIELS AERONAUTIQUES**

Sous Epreuve U 31

Session de juin 2004

**THERMODYNAMIQUE CORRIGE**

**Problème 1 :**

Question 1 :  $\phi_{th} = \frac{dQ}{dt} = \lambda S \frac{dT}{dl}$   
 $\Rightarrow \lambda = \frac{(dQ/dt) \times dl}{S \times dT}$   $dQ/dt$  en Watts  $dl$  en m  
 $dT$  en K  $S$  en  $m^2 \Rightarrow \lambda$  en  $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$

Question 2 :  $(\phi_{th})_b = -\lambda \times S_b \times \frac{dT}{dz}$   
 $(\phi_{th})_b > 0$  entre A et B :  $dz > 0$   $dT < 0 \Rightarrow (\phi_{th})_b = - \dots$   
 $\Rightarrow \int_{z_A}^{z_B} (\phi_{th})_b \times dz = -\lambda S_b \int_{T_A}^{T_B} dT \Rightarrow (\phi_{th})_b \times E = -\lambda S_b (T_i - T_e)$   
 $\Rightarrow T_e - T_i = \frac{(\phi_{th})_b \times E}{\lambda S_b} = \boxed{\frac{(\phi_{th})_b \times E \times 4}{\lambda \times \pi D^2} = T_e - T_i}$

Question 3 :  $\hat{m}$  raisonnement  $\Rightarrow T_e - T_i = \frac{(\phi_{th})_i \times E}{\lambda \times S_i}$   
 $\Rightarrow \boxed{T_e - T_i = \frac{(\phi_{th})_i \times E}{\lambda \times \pi D L}}$

Question 4 :  $(\phi_{th})_t = (\phi_{th})_i + 2 \times (\phi_{th})_b$   
 $(\phi_{th})_t = (T_e - T_i) \times \frac{2 \lambda \times \pi D^2}{4 E} + (T_e - T_i) \times \frac{\lambda \times \pi D L}{E} = (T_e - T_i) \frac{\pi \lambda D}{E} \left( \frac{D}{2} + L \right)$

$\Rightarrow (\Phi_H)_t$  est de la forme  $a (T_e - T_i)$  avec  $a = \frac{\pi \lambda D}{E} \left( L + \frac{D}{2} \right)$

$$a = \frac{17 \times 0,1 \times 5}{0,1} (30 + 2,5) = 510,5 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1} = a$$

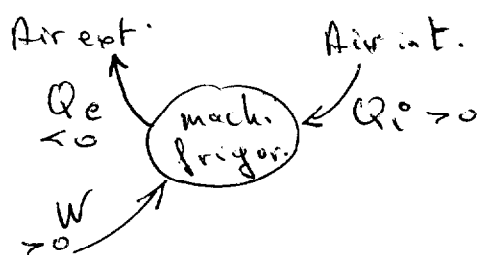
$$\Rightarrow (\Phi_H)_t = 510,5 \times 15 \approx 7,7 \cdot 10^3 \text{ W} = 7,7 \text{ kW}$$

Question 5:  $Q_{\text{tot}} = (\Phi_H)_t \times \Delta t + N_p \left[ P_p + n_p C_p (T_e - T_i) \right]$

$n_p$  est le nb de moles d'air renouvelé des la cabine, par passager et par seconde  $n_p = \frac{P_i \times dp / 60}{R T_i} = 0,19 \text{ mol}$

$$C_p = \frac{\gamma R}{\gamma - 1} \Rightarrow Q_{\text{tot}} \approx 31,5 \cdot 10^3 \text{ J}$$

Question 6:



$$\left. \begin{aligned} W + Q_e + Q_i &= 0 \\ \frac{Q_e}{T_e} + \frac{Q_i}{T_i} &= 0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow Q_e = -Q_i \frac{T_e}{T_i}$$

$$W = Q_i \left( \frac{T_e}{T_i} - 1 \right) = Q_i \frac{T_e - T_i}{T_i}$$

$$e_{\text{théor.}} = \frac{Q_i}{W} = \frac{T_i}{T_e - T_i} = \frac{293}{308 - 293} = 19,5$$

$$b) e_{\text{réelle}} = 19,5 \times \frac{20}{100} = 3,9$$

$$c) W = \frac{Q_i}{e_{\text{réelle}}} \quad W_{1A} = \frac{Q_i \text{ en J/s}}{e_{\text{réelle}}} = \frac{31,5 \cdot 10^3}{3,9} \approx 8 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$$\Rightarrow P = 8 \cdot 10^3 \text{ W} = 8 \text{ kW}$$

Question 4:  $T_5 \times V_5^{\gamma-1} = T_4 V_4^{\gamma-1} \rightarrow T_5 = T_4 \times \left(\frac{V_4}{V_5}\right)^{\gamma-1}$   
car la transformation EF est adiabatique

FB = transformation isochore  $\Rightarrow V_5 = V_1 \Rightarrow T_5 = T_4 \times \left(\frac{V_4}{V_1}\right)^{\gamma-1}$

$$T_5 = T_4 \times \left(\frac{V_4}{V_3} \times \frac{V_3}{V_1}\right)^{\gamma-1} = T_4 \times \left(\frac{V_4}{V_3} \times \frac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1} = T_4 \times (c/a)^{\gamma-1}$$

$$T_5 = 2595 \times \left(\frac{1,38}{13}\right)^{0,4} = \boxed{1057 \text{ K}}$$

$$\frac{P_5 V_5}{T_5} = \frac{P_1 V_1}{T_1} \Rightarrow P_5 = P_1 \times \frac{V_1}{V_5} \times \frac{T_5}{T_1} \text{ avec } V_1 = V_5 \Rightarrow P_5 = 1,15 \times \frac{1057}{320}$$

$$\boxed{P_5 = 4,95 \text{ bars}}$$

Question 5:  $r_H = \frac{|W|_{\text{cycle}}}{Q_{\text{regue}}} = \frac{-W_{\text{cycle}}}{Q_{\text{regue}}}$

$$\Rightarrow r_H = \frac{+Q_{\text{cycle}}}{Q_{\text{regue}}} = \frac{Q_{CD} + Q_{DE} + Q_{FB}}{Q_{CD} + Q_{DE}} = 1 + \frac{Q_{FB}}{Q_{CD} + Q_{DE}}$$

$$r_H = 1 + \frac{\frac{nR}{\gamma-1}(T_1 - T_5)}{\frac{nR}{\gamma-1}(T_3 - T_2) + \frac{nR}{\gamma-1}(T_4 - T_3)} = 1 + \frac{T_1 - T_5}{T_3 - T_2 + \delta(T_4 - T_3)} = \boxed{0,63}$$

$$Q_{\text{regue cycle}} = 6,28 \cdot 10^4 \times L = 1,256 \cdot 10^5 = Q_p + Q_v$$

$$|W|_{\text{cycle}} = 0,63 \times Q_{\text{regue cycle}} = 7,9 \cdot 10^4 \text{ J}$$

fréquence de rotation : 1200 tours/min  $\rightarrow$  600 cycles/min

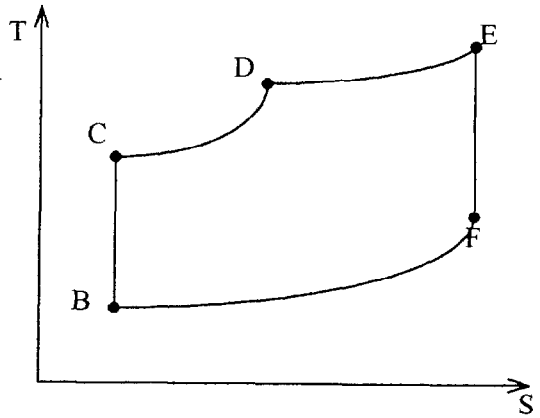
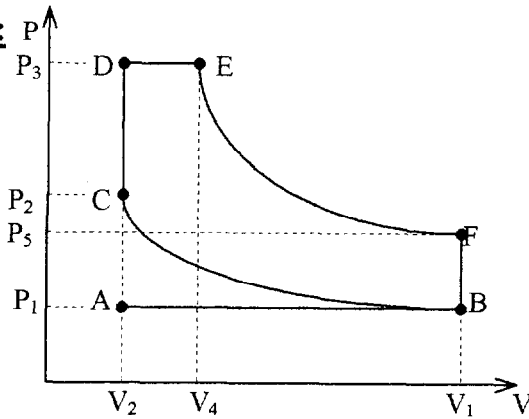
$$\Rightarrow \Delta t_{\text{cycle}} = \frac{60}{600} = 0,1 \text{ s} \Rightarrow \dot{P}_H = \frac{|W|}{\Delta t} = 7,9 \cdot 10^5 \text{ W} = 790 \text{ kW}$$

$$\boxed{\dot{P}_H = 1073 \text{ ch}}$$

$$\text{Course cycle} = 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ litre}$$

$$\Rightarrow \text{Course horaire} = 3,3 \cdot 10^{-3} \times 600 \times 60 \approx 119 \text{ litres}$$

$$W_{1h} = 790 \text{ kWh} \Rightarrow C_{op} = \frac{119}{790} = \boxed{0,15 \text{ litre} \cdot \text{kWh}^{-1}}$$

**Problème 2 :**Question 1

Question 2 : BC adiabatique  $\Rightarrow T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$

$$\Rightarrow T_2 = T_1 \times \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} = T_1 \times a^{\gamma-1} = 320 \times 13^{0,4} = \boxed{893 \text{ K}}$$

$$T_1^{\gamma} P_1^{1-\gamma} = T_2^{\gamma} P_2^{1-\gamma} \rightarrow P_2 = P_1 \times \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^{\frac{\gamma}{1-\gamma}} = \boxed{54,4 \text{ bars}}$$

Question 3 : a)  $V_1 = 12 \times 4,5 = 54 \text{ litres}$ .

$$n_{\text{air admis}} = \frac{P_1 V_1}{RT_1} = \frac{1,5 \cdot 10^5 \times 54 \cdot 10^{-3}}{8,32 \times 320} = 3,04 \text{ moles} = n$$

$$n_{\text{air utile à la combustion complète}} = \frac{3,04}{2} = 1,52 \text{ mol.}$$

$$\Rightarrow n_{\text{gazole}} = \frac{1,52}{460} = \boxed{3,3 \cdot 10^{-3} \text{ litre}}$$

$$b) Q_V = \frac{3,3 \cdot 10^{-3}}{2} \times 38 \cdot 10^6 = \boxed{6,28 \cdot 10^4 \text{ J}} \quad \boxed{Q_p = 6,28 \cdot 10^4 \text{ J}}$$

$$Q_V = Q_{CD} = n C_V (T_3 - T_2) \Rightarrow T_3 - T_2 = \frac{Q_{CD}}{n C_V} = \frac{Q_{CD} (\gamma-1)}{n R}$$

$$T_3 - T_2 = \frac{6,28 \cdot 10^4 \times 0,4}{3,04 \times 8,32} = 994 \text{ K} \Rightarrow T_3 = T_2 + 994 = \boxed{1887 \text{ K}}$$

$$\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_3 V_3}{T_3} \text{ avec } V_2 = V_3 \Rightarrow \frac{P_3}{P_2} = \frac{T_3}{T_2} = \boxed{2,11} = b.$$

$$Q_p = n C_p (T_4 - T_3) \Rightarrow (T_4 - T_3) = \frac{Q_p}{n C_p} = \frac{Q_p (\gamma-1)}{n \gamma R}$$

$$T_4 = T_3 + \frac{Q_p (\gamma-1)}{n \gamma R} = 1887 + \frac{6,28 \cdot 10^4 \times 0,4}{3,04 \times 1,4 \times 8,32} = \boxed{2595 \text{ K}}$$

$$\frac{P_3 V_3}{T_3} = \frac{P_4 V_4}{T_4} \text{ avec } P_3 = P_4 \Rightarrow c = \frac{V_4}{V_3} = \frac{T_4}{T_3} = \boxed{1,38}$$