

1) Gaz brûlés (1200°C)

$$C_p = \frac{\gamma R}{\gamma - 1} ; \gamma = 1,293$$

$$C_p = 1293 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

Rem : T_{GS} est faible ; forte dilution

N_2 majoritaire (~75%)

2) Compression de l'air ($\tau_c = 16$)

$$\dot{Q} \ll \dot{W}_c$$

a) Calcul isentropique ; $\gamma = 1,4$ (air)

$$T_2' = T_1 \tau_c^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \quad (\text{Laplace})$$

$$T_2' = 636 \text{ K} \quad (363^\circ\text{C})$$

$$\dot{W}_c' = \dot{m} C_{p_a} (T_2' - T_1) ; C_{p_a} = 1004 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\dot{W}_c' = 350 \text{ kW}$$

b) Calcul réel ($\eta = 0,85$)

$$\eta_c = \frac{\dot{W}_c'}{\dot{W}_c} \quad \dot{W}_c = \frac{\dot{W}_c'}{\eta} > \dot{W}_c'$$

$$\dot{W}_c = 410 \text{ kW}$$

$$\dot{W}_c = \dot{m} C_{p_a} (T_2 - T_1)$$

$$T_2 = 697 \text{ K } (424^\circ\text{C}); \quad T_2 > T_2'$$

3' Chambre de combustion ($P_{\text{comb}} = 16 \text{ bar}$)

$$a) \quad \dot{m}_a + \dot{m}_{\text{CH}_4} = \dot{m}_{\text{GB}} \sim \dot{m}_a = \dot{m}$$

Rem : Stoechiométrie $\dot{m}_a \sim 15 \dot{m}_{\text{CH}_4}$

Ici $\dot{m}_a = 50 \dot{m}_{\text{CH}_4}$ (dilution, $T_3 = 1200^\circ\text{C}$)

b) Il faut ΔP pour faire passer le débit CH_4
 $\Delta P \sim \frac{1}{2} \rho V^2$; $\dot{m}_{\text{CH}_4} = \rho V S$

Combustion en système ouvert : isobare
 (pertes de charge négligées)

4' Détente des gaz brûlés ($\tau_t = 1/16$; $T_4 = 600^\circ\text{C}$)

$$a) \quad \dot{W}_T = \dot{m}_{\text{GB}} C_{p_{\text{GB}}} (T_4 - T_3) \approx \dot{m} C_{p_{\text{GB}}} (T_4 - T_3)$$

$$\dot{W}_T = -785 \text{ kW}$$

$$b) \eta_T = \frac{\dot{W}_T}{\dot{W}_T'} < 1$$

$$\dot{W}_T' = \dot{m} C_{p_{GB}} (T_4' - T_3)$$

$$T_4' = T_3 \tau_T^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

$$T_4' = 785 \text{ K}$$

$$\dot{W}_T' = -900 \text{ kW}$$

$$\eta_T = 0,87$$

5°) Rendement TAG

$$\eta_{TAG} = \frac{|\dot{W}_T| - |\dot{W}_c|}{\dot{Q}_c}$$

\dot{Q}_c : puissance de combustion

Estimation de \dot{Q}_c : \dot{Q}_c sert à chauffer les gaz brûlés de 424°C à 1200°C

N_2 majoritaire : on prend $\overline{C_{p_{N_2}}} \sim 1170 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
à 800°C

$$\dot{Q}_c \sim \dot{m} \overline{C_{p_{N_2}}} (T_3 - T_2)$$

$$\dot{Q}_c \sim 910 \text{ kW}$$

$$\eta_{TAG} \sim 0,4$$

Rem : le calcul exact de \dot{Q}_c fait intervenir
les enthalpies de formation (vu en 3A-FEP)

Propriétés fluides (ici C_p) :

<https://webbook.nist.gov/chemistry/>