

## V.1 Généralités sur Turboréacteur à double flux (Turbo-Fan)

Une technique dite « **Double flux ou Turbo fan** » consiste à diminuer le débit des gaz de jet en utilisant une seconde turbine à baisse pression plus grande à celle du premier étage qui absorbe une quantité d'énergie cinétique du flux éjecté en ramenant alors sa vitesse  $V$  à une vitesse inférieure  $V'$ , cette énergie prélevée ( $\frac{1}{2}\dot{m}(V^2 - V'^2)$ ) sert à entraîner un second compresseur à baisse pression (optimiser le rendement thermique par l'augmentation du taux de compression) et une soufflante placée à l'avant du moteur qui assure la compression initiale de l'air entrant dans le réacteur par l'aspiration, puis l'accélération de ce dernier, ce flux va être séparé en deux :

- **Flux d'air secondaire** : d'un débit ( $\lambda\dot{m}_a = 85\%$ ) traverse une soufflerie rétréci à la sortie, ce flux est directement éjecté à l'arrière du moteur à une grande vitesse mène à accroître la vitesse du vol  $V_0$  à  $V''$ , donc ;  $\frac{1}{2}\dot{m}(V^2 - V'^2) = \frac{1}{2}\lambda\dot{m}(V''^2 - V_0^2)$ .
- **Flux d'air primaire** : 15% de l'air seulement est comprimé avant la combustion puis détendu dans la turbine et la tuyère.

## V.2 Cycle thermodynamique d'un turboréacteur à double flux séparés

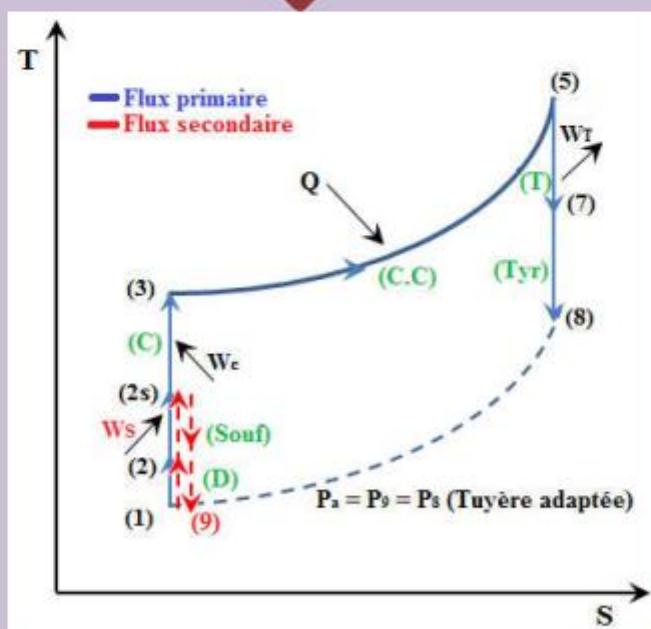


Figure (V.1) : Diagramme TS d'un turboréacteur à double flux séparés

a. Flux primaire :

Le cycle thermodynamique est similaire à celui du réacteur, sauf en additionnant la compression initiale de l'air par la soufflante qui demande une puissance de :

$$\dot{W}_S = (\dot{m}_{ap} + \dot{m}_{as}) C_{pa} (T_{2s} - T_2)$$

Avec :

- $\dot{m}_{ap}$  ; débit de l'air primaire
- $\dot{m}_{as}$  ; débit de l'air secondaire

2- Les phases de (1-2s) sont communes pour les deux flux

3- Point (2s) ; représente le point de séparation du flux initiale :

$$\dot{m}_a = \dot{m}_{ap} + \dot{m}_{as}, \text{ ou encore } \dot{m}_a = \dot{m}_{ap}(1 + \beta)$$

D'où :

- $\beta = \frac{\dot{m}_{as}}{\dot{m}_{ap}}$  Taux de contournement
- $\dot{m}_{sp} = \dot{m}_{ap} + \dot{m}_c$  Débit des gaz éjecté par la tuyère primaire

b. Flux secondaire phase (2s à 9) :

➤ La vitesse d'éjection des gaz  $V_9$  est calculée de l'équation suivante :

$$V_9 = \sqrt{2C_p(T_{2s} - T_9)}$$

➤ Pour une transformation adiabatique on a aussi :

$$\left( \frac{T_{2s}}{T_9} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} = \frac{P_{2s}}{P_9}$$

➤ Rendement isentropique de la tuyère

$$\eta_{Tys} = \frac{\Delta H_{2s,9'}}{\Delta H_{2s,9}} = \frac{(T_{2s} - T_{9'})}{(T_{2s} - T_9)}$$

c. Calcul de la poussée développée dans un turboréacteur à double flux séparés :

$$F = F_p + F_s$$

D'où :

$$\begin{cases} F_p = (\dot{m}_{ap} + \dot{m}_c)V_8 - \dot{m}_{ap}V_e \\ F_s = \dot{m}_{as}(V_9 - V_e) \end{cases}$$

### V.3 Calcul thermodynamique d'un turboréacteur à double flux mélangés

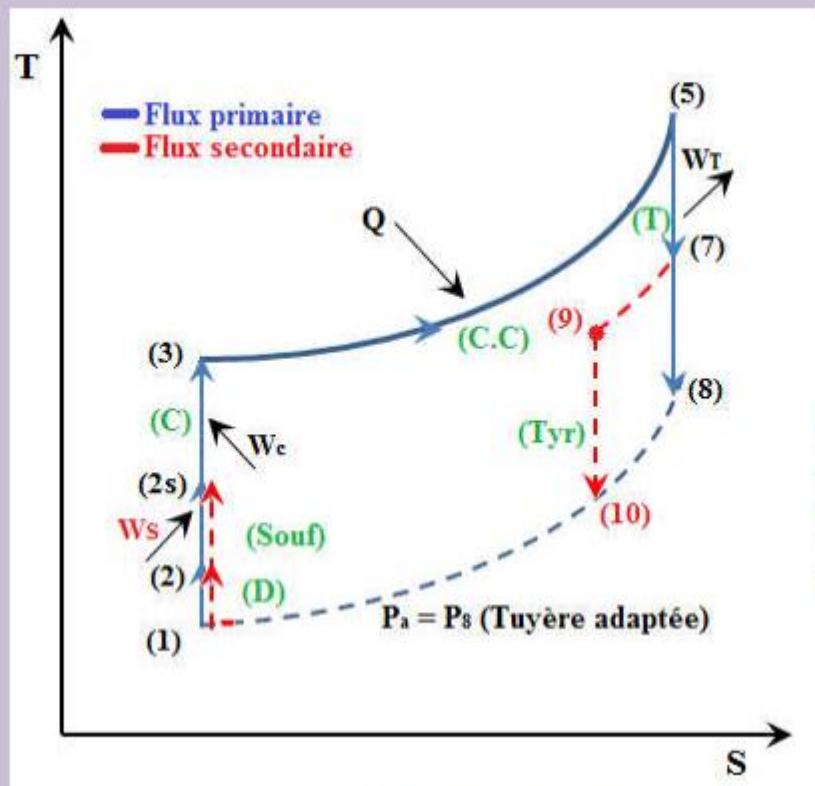


Figure (V.2) : Diagramme TS d'un turboréacteur à double flux mélangés

- Les deux flux se mélangent en point de jonction (9), on obtient alors ;

$$\dot{m}_{gm} C_{p_m} T_9 = \dot{m}_a C_{p_a} T_{2s} + \dot{m}_g C_{p_g} T_7$$

- Vitesse d'éjection des gaz  $V_9$  :

$$V_{10} = \sqrt{2 C_{p_{gm}} (T_9 - T_{10})}$$

- Pour une transformation adiabatique on a aussi :

$$\left( \frac{T_9}{T_{10}} \right)^{\frac{r}{r-1}} = \frac{P_9}{P_{10}}$$

- Rendement isentropique de la tuyère

$$\eta_{Tys} = \frac{(T_9 - T_{10,i})}{(T_9 - T_{10})}$$

- Calcul de la poussée développée dans un turboréacteur à double flux séparés pour une tuyère adaptée ;

$$F_P = (\dot{m}_a + \dot{m}_c) V_{10} - (\dot{m}_a) V_e$$