

INTRODUCTION À L'AÉRONAUTIQUE AER600

EXERCICES

Module 05 COMPRESSEURS AXIAUX – I

TRIANGLE DE VITESSE ET COMPRESSION POUR UN ÉTAGE

Note : Pour les problèmes suivants vous pouvez considérer de l'air avec $\gamma = 1.4$, $R = 287.0 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$, $c_p = 1\,005 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$ et que les coefficients de chaleur spécifiques sont constants.

5.1 On considère un étage de compresseur axial avec les données suivantes :

$T_{01} = 256 \text{ K}$	$n = 20\,000 \text{ rpm}$
$P_{01} = 54 \text{ kPa}$	
$V_{a1} = 150 \text{ m/s}$	$V_{u1} = 0 \text{ m/s}$
$\dot{m} = 25 \text{ kg/s}$	$r_{t1} = 220 \text{ mm}$ (rayon du bout de d'ailette)
$P_{03}/P_{01} = 1.4$	$r_{r1} = 110 \text{ mm}$ (rayon de la racine de l'ailette)

On demande alors d'évaluer pour la mi-hauteur de l'ailette :

- a) Les angles des écoulements relatifs du rotor $\alpha_{r,1}$ et $\alpha_{r,2}$;
- b) La puissance requise par le rotor P_C ;
- c) Le rendement de l'étage $\eta_{(st)}$;
- d) Le nombre Mach, en vitesse relative, à l'entrée du rotor.

Remarque : vous pouvez faire l'hypothèse pour vos calculs que $V_{r2}/V_{r1} = 0.72$.

Rép.: a) $\alpha_{r,1} = 66.5^\circ$ et $\alpha_{r,2} = 56.4^\circ$ b) **1 030 kW** c) **0.63** d) **1.20**

5.2 Reprendre les calculs du problème 5.1 mais en supposant cette fois que la vitesse de rotation du rotor a été réduite à $n = 15\,000 \text{ rpm}$.

Rép.: a) $\alpha_{r,1} = 59.9^\circ$ et $\alpha_{r,2} = 45.9^\circ$ b) **678 kW** c) **0.96** d) **0.95**

- 5.3 Si l'on considère les données d'opération du compresseur telles que définies au problème 5.1, on demande alors d'évaluer le ratio de compression P_{03}/P_{01} , toutes autres choses étant égales, qui permettrait d'atteindre un rendement de $\eta_{(st)}$ de 0.96.

Rép.: **1.65** (au lieu de 1.4)

- 5.4 On considère toujours un étage de compresseur tel que défini dans le problème 5.1, avec une vitesse de rotation de 20 000 et un taux de compression de 1.4. Pour augmenter le rendement et réduire la puissance consommée, on ajoute une série de déflecteurs (*Inlet Guide Vanes* ou IGV) avant le compresseur de telle sorte qu'à l'entrée du rotor la vitesse absolue de l'écoulement est maintenant donnée par $V_{a1} = 150$ m/s et $V_{u1} = 85$ m/s. On demande alors d'évaluer comme précédemment :

- a) Les angles des écoulements relatifs du rotor $\alpha_{r,1}$ et $\alpha_{r,2}$;
- b) La puissance requise par le rotor P_C ;
- c) Le rendement de l'étage $\eta_{(st)}$;
- d) Le nombre Mach, en vitesse relative, à l'entrée du rotor.

Rép.: a) $\alpha_{r,1} = 60.0^\circ$ et $\alpha_{r,2} = 46.0^\circ$ b) **905 kW** c) **0.72** d) **0.96**

- 5.5 On considère un étage de compresseur axial avec les données suivantes :

$$\begin{aligned} T_{01} &= 288 \text{ K} & n &= 15\,000 \text{ rpm} \\ P_{01} &= 101 \text{ kPa} \\ V_{a1} &= 90 \text{ m/s} & P_{03}/P_{01} &= 1.2 \\ r_{t1} &= 220 \text{ mm} \\ r_{r1} &= 110 \text{ mm} \\ \alpha_{r,1} &= 59.9^\circ \text{ et } \alpha_{r,2} = 45.9^\circ \end{aligned}$$

On demande alors d'évaluer, en se basant toujours sur la mi-hauteur de l'ailette :

- a) Le rendement de l'étage $\eta_{(st)}$;
- b) le ratio de pressions statiques P_3/P_1 .

Rép.: a) **0.95** b) **1.21**