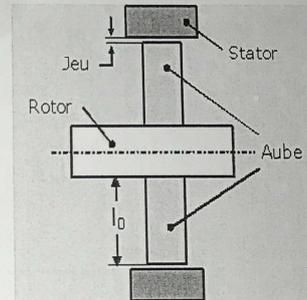


Contrôle N° 2

Exercice 1 :

Une turbine à gaz fonctionne à $800\text{ }^{\circ}\text{C}$. Les aubes du rotor de cette turbine ont une longueur initiale $l_0 = 15\text{ cm}$ et sont faites d'un *superalliage de nickel*, qui, à cette température, a un module d'Young $E = 175\text{ GPa}$. En service et sous l'effet de la force centripète, les aubes sont soumises à une contrainte de traction de 400 MPa . Le bureau d'étude a prévu un jeu initial de $j = 1,5\text{ mm}$ entre le *stator* et l'extrémité des *aubes* (voir schéma ci-contre).

Conscient que les aubes vont fluer en service, vous décidez de recommander une inspection préventive de la dimension des aubes après un certain temps t de fonctionnement de la turbine. Pour déterminer ce temps t , vous ne disposez que des quelques données suivantes concernant le fluage de ce superalliage lorsqu'il est soumis à une contrainte de 400 MPa . Ce tableau donne la valeur (en %) de la déformation plastique ϵ_p de fluage enregistrée à un temps donné et à une température donnée :



NB: Ces données sont toutes relatives à des points expérimentaux situés dans le stade II de fluage (fluage secondaire) des courbes de fluage de ce superalliage.

Temps (en jours)	Déformation plastique ϵ_p (en %) à la température indiquée		
	700	800	900
40	0,0850	0,2900	0,5800
460	0,1690	non disponible	13,7895

- 1- Quelles sont les valeurs de la vitesse de fluage $d\epsilon/dt$ pour le stade II de fluage de ce superalliage à $700\text{ }^{\circ}\text{C}$ et à $900\text{ }^{\circ}\text{C}$. ($R = 8,314\text{ J/mole.K}$)
- 2- Quelle est la valeur de l'énergie d'activation Q de la vitesse de fluage pour ce superalliage.
- 3- Quelle est la valeur de la vitesse de fluage $d\epsilon/dt$ (exprimée en %/jour) à $800\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- 4- A quelle déformation élastique instantanée ϵ_{el} sont soumises les aubes quand la turbine est mise en service.
- 5- Après combien de jours de service continu de la turbine à $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ recommanderez-vous de procéder à l'inspection dimensionnelle de la turbine afin de vérifier si le jeu entre le stator et l'extrémité des aubes est réduit à (60%) de sa valeur initiale.

Exercice 2

Une pièce est soumise en service à des contraintes de traction variant sinusoïdalement dans le temps (rapport des contraintes $R = -1$). Cette pièce est faite en acier faiblement allié 4340 dont les propriétés mécaniques sont les suivantes :

$$R_{e0,2} = 800 \text{ MPa} ; R_m = 1000 \text{ MPa} ; A = 11 \% ; K_C = 66 \text{ MPa.m}^{1/4}$$

En service et sous ce chargement cyclique, il se forme, dans la pièce, une fissure de fatigue caractérisée par un facteur géométrique $\alpha = 1,2$.

- 1- Si la valeur maximale de la contrainte s_{max} appliquée en service est égale à 600 MPa , quelle sera la longueur critique a_{c1} (en mm) de la fissure entraînant la rupture brutale de la pièce.
- 2- Pour cette longueur critique a_{c1} , combien de cycles N de chargement la pièce aura-t-elle subi.
- 3- Si, en service, une surcharge accidentelle se produisait, quelle devrait être alors la longueur maximum a_{c2} (en mm) de la fissure pour que soit évité tout risque de rupture fragile de la pièce.

