

## Solution : Conduction

### Première Partie

1)  $RI = e / \lambda S$

$RI = 0,138 \text{ K} / \text{W}$

2) Calcul de RA

2.1 Rendement d'une ailette (un ailette的效率)

$$m = \sqrt{\frac{hp}{\lambda a}} = \sqrt{\frac{4h}{\lambda d}}$$

$$\eta = \frac{th(mL)}{mL}$$

$m = 21,79 \text{ m}^{-1}$

$\eta = 0,946$

2.2 Conductance d'une ailette (un ailette的热导)

$G = \eta h S$        $S = 3,14 d L_a$  忽略端部面积

$S = 1,9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$        $G = 1,36 \cdot 10^{-2} \text{ W} / \text{K}$

2.3 Résistance RA des 60 ailettes

$GA = N G$        $RA = 1 / GA$

$GA = 0,818 \text{ W/K}$        $RA = 1,22 \text{ K} / \text{W}$

3) La loi d'Ohm appliquée au réseau thermique donne :

$T_J - T_A = (R_J + R_I + R_C + R_E + R_A) Q_J$ , d'où :

$T_J = T_A + (R_J + R_I + R_C + R_E + R_A) Q_J$

$T_J = 107 \text{ }^\circ\text{C}$

4) Le taux d'occupation des ailettes sur le support est donné par :

$\tau = \text{Somme des sections des } N \text{ ailettes} / \text{aire du support}$

$\tau = N s_a / 3,14 (D_s/2)^2 = 60 * (7,89 \cdot 10^{-6}) / 2,03 \cdot 10^{-3} = 23,4 \%$

5)  $Q_{J \text{ max}} = (T_{J \text{ max}} - T_a) / R_{\text{tot}}$

Avec  $R_{\text{tot}} = (R_J + R_I + R_C + R_E + R_A)$

$R_{\text{tot}} = 2,2 \text{ K} / \text{W}$        $Q_{J \text{ max}} = 45,5 \text{ W}$

Bilan du cas de référence:

$$\eta = 0,946 \quad RA = 1,22 \text{ K/W} \quad R_{\text{tot}} = 2,2 \text{ K / W} \quad TJ = 107 \text{ °C} \quad QJ_{\text{max}} = 45,5 \text{ W}$$

## Deuxième Partie

$$1) G_c = g_c S \quad S = 3,14 (D/2)^2$$

$$RC_{JI} = 1 / G_c$$

$$S = 5,06 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \quad G_c = 5,06 \text{ W / K} \quad RC_{JI} = 0,197 \text{ K / W}$$

$$2) TJ = TA + QJ / R_{\text{tot}'}, \text{ avec } R_{\text{tot}'} = R_{\text{tot}} + RC_{JI}$$

$$R_{\text{tot}'} = 2,4 \text{ K / W} \quad TJ = 115 \text{ °C}$$

$$3) QJ_{\text{max}} = 41,7 \text{ W}$$

## Troisième Partie

1) Sensibilité à la longueur de l'ailette  $L_a$

Cas 1 :  $L_a$  est doublée ( $L_a = 3,81 \text{ cm}$ )

$$\eta = 0,82 \quad RA = 0,705 \text{ K/W} \quad R_{\text{tot}} = 1,68 \text{ K / W} \quad TJ = 88,1 \text{ °C} \quad QJ_{\text{max}} = 59,4 \text{ W}$$

2) Sensibilité au nombre des ailettes

Cas 2 : 面积占比减为  $\tau = 11,7 \%$  .的同时对流换热系数增加为  $h = 87,4 \text{ W / m}^2\text{K}$  .

$$\eta = 0,939 \quad RA = 2,14 \text{ K/W} \quad R_{\text{tot}} = 3,12 \text{ K/W} \quad TJ = 142 \text{ °C} \quad QJ_{\text{max}} = 32 \text{ W}$$

3)

$\tau = 46,7 \%$  . Le fluide peut moins bien circuler et on diminue donc  $h$  de l'ordre de  $15 \%$  , qui devient  $h = 64,6 \text{ W / m}^2\text{K}$  .

$$\eta = 0,976 \quad RA = 1,39 \text{ K/W} \quad R_{\text{tot}} = 2,37 \text{ K/W} \quad TJ = 114 \text{ °C} \quad QJ_{\text{max}} = 42,2 \text{ W}$$

5) Conclusion

Le tableau ci-dessous résume la situation

Cas	$\eta$	RA	$R_{\text{tot}}$	TJ	$QJ_{\text{max}}$
Référence	0,946	1,22 K/W	2,2 K / W	107 °C	45,5 W
Cas 1 ( $L_a$ )	0,82	0,705 K/W	1,68 K / W	88,1 °C	59,4 W

Cas 2 (N /h)	0,939	2,14 K/W	3,12 K/W	142°C	32 W
Cas 3 (N/h, d)	0,976	1,39 K/W	2,37 K/W	114°C	42,2 W

En conclusion,

Le cas 1, bien qu'apparemment avantageux présente des dangers sur la tenue mécanique des ailettes.

Dans le cas 2, TJ dépasse la spécification de 125°C, du fait d'un trop grande réduction du nombre des ailettes et cette configuration est à rejeter.

Le cas 3 est proche du cas de référence, quoique légèrement plus défavorable, du fait de la réduction entraînée sur la valeur de h par l'augmentation du taux d'occupation.

Finalement le cas de référence demeure, à tout prendre, le meilleur de ceux qui ont été étudiés ici !

## Rayonnement

1)

$$UI = \varepsilon_F 2Ll\sigma T_F^4$$

$$T_F = 2997 \text{ K}$$

2) Les facteurs d'émission et d'absorption de l'ampoule

2.1

$$\alpha_A^F = 1 * F_{0-0,3} + 0 * F_{0,3-2,5} + 0,7 * F_{2,5-5} + 1 * (1 - F_{0-5})$$

$$\alpha_A^F = 0,125$$

2.2

$$\alpha_A^0 = 1 * F_{0-0,3} + 0 * F_{0,3-2,5} + 0,7 * F_{2,5-5} + 1 * (1 - F_{0-5})$$

$$\alpha_A^0 = 0,997$$

2.3

Pour le facteur d'émission total, on prend la même courbe spectrale pour  $\varepsilon_\lambda$  que pour  $\alpha_\lambda$  et la température est celle de l'émission qui est sensiblement égale à  $T_0$ . Donc les produits  $\lambda_i T$  seront sensiblement les mêmes et :

$$\varepsilon_A \approx \alpha_A^0$$

3) Bilan sur l'ampoule

3.1 Flux émis par le filament et absorbé par l'ampoule

$$\alpha_A^F UI = 20W$$

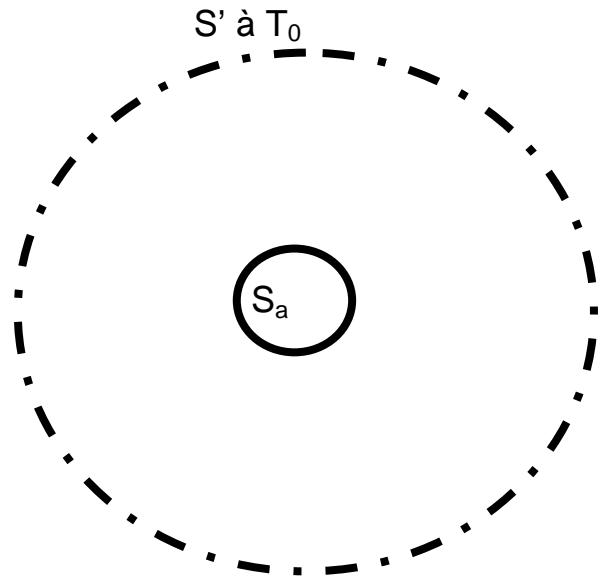
3.2 Flux émis par S' et absorbé par l'ampoule

$$S_a F_{S_a S'} = S' F_{S' S_a}$$

$$\text{et } F_{S_a S'} = 1$$

L'ampoule est dans une enceinte  
S' à la température  $T_0$   
S' envoie vers  $S_a$  :

$$\begin{aligned} S' F_{S' S_a} \sigma T_0^4 &= S_a F_{S_a S'} \sigma T_0^4 \\ &= S_a \sigma T_0^4 \end{aligned}$$



Donc  $S_a$  absorbe :  $\alpha_A^0 S_a \sigma T_0^4$

3.3 Flux émis par l'ampoule  
l'ampoule **émet**  $\varepsilon_A S_a \sigma T_A^4$  ,

3.4 D'où l'équation de bilan :

$$\alpha_A^F UI + \alpha_A^0 S_a \sigma T_0^4 = \varepsilon_A S_a \sigma T_A^4$$

3.5 Il vient :  $T_A = 454 \text{ K}$ .

On avait pris  $T_A = T_0 = 290 \text{ K}$ . Cette légère augmentation de  $T_A$  ne modifie que très peu le spectre d'émission de l'ampoule vis-à-vis de la courbe de variation du coefficient monochromatique d'émission, donc la conclusion du § 2.3 reste inchangée.

4) Prise en compte de la convection

Le nouveau bilan s'écrit :

$$\alpha_A^F UI + \alpha_A^0 S_a \sigma T_0^4 = \varepsilon_A S_a \sigma T_A^4 + h S_a (T_A - T_0)$$

5) On obtient

$$T_A = 394 \text{ K}$$

(需要利用迭代的方法求解)

6)

$$UI = 2Ll(\varepsilon_1 F(\lambda_0 T_F) + \varepsilon_2 (1 - F(\lambda_0 T_F))) \sigma T_F^4$$

Avec  $\varepsilon_1 = 0,45$     $\varepsilon_2 = 0,1$  et  $\lambda_0 = 2\mu$

On obtient :

$T_F = 2982 \text{ K}$  , l'émissivité totale devenant  $\varepsilon_F = 0,357$

au lieu de 2997 K si l'émissivité était figée à la valeur 0,35 comme à la question 1.  
Il y a donc peu de changement.