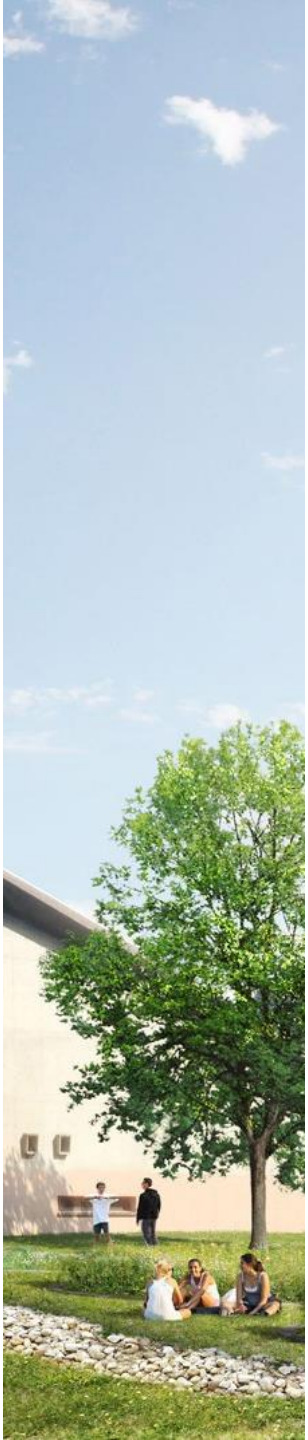


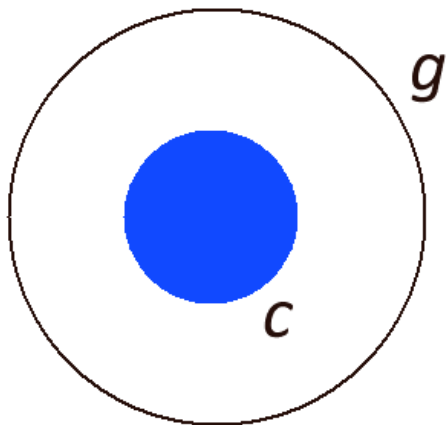
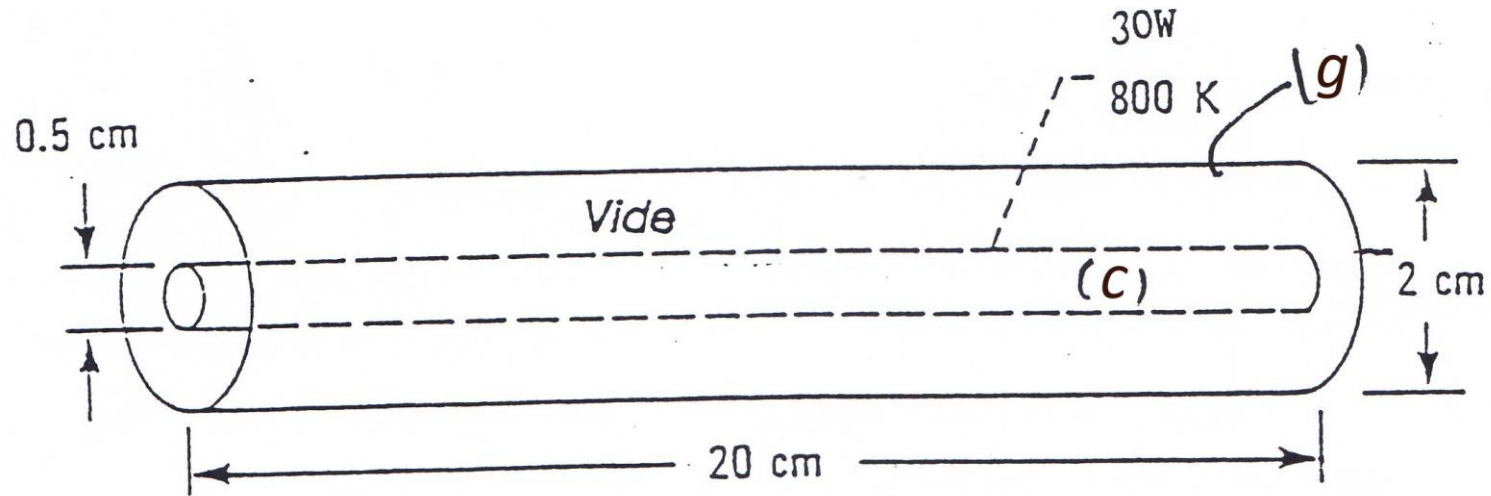
# *Echanges radiatifs entre surfaces noires et grises*



## 9.20 Echanges radiatifs entre surfaces noires et grises

Un câble chauffant électrique (1) de longueur 20 cm est placé au centre d'une gaine (2), le vide étant fait entre le câble et la gaine. Le diamètre du câble est de 5 mm et celui de la gaine de 2 cm.

- En négligeant les effets de bords aux extrémités, donner la valeur des différents facteurs de forme.
- Le câble doit dissiper une puissance de 30 W sans que sa température ne dépasse 800 K. Sachant que les deux surfaces sont noires, donner la température maximale que doit avoir la gaine.
- Que devient cette température si le câble a un coefficient d'émission de 0.9 et la gaine un coefficient de 0.8
- Dans les conditions de la question précédente, donner la température maximale de la gaine si l'on place un cylindre écran de diamètre 1 cm et de coefficient d'émission égal à 0.6



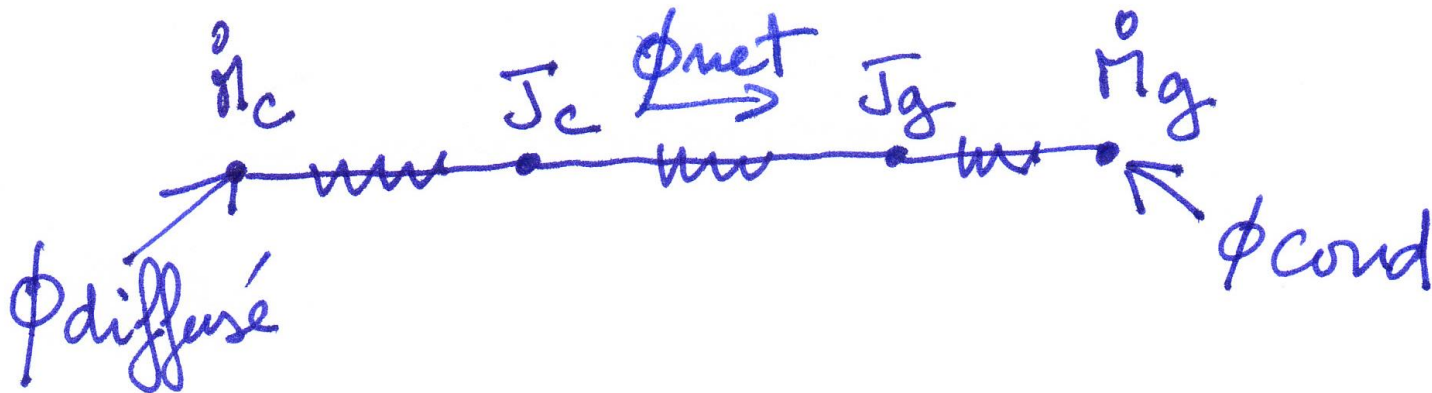
$$F_{cc}=0 \gg F_{cg}=1$$

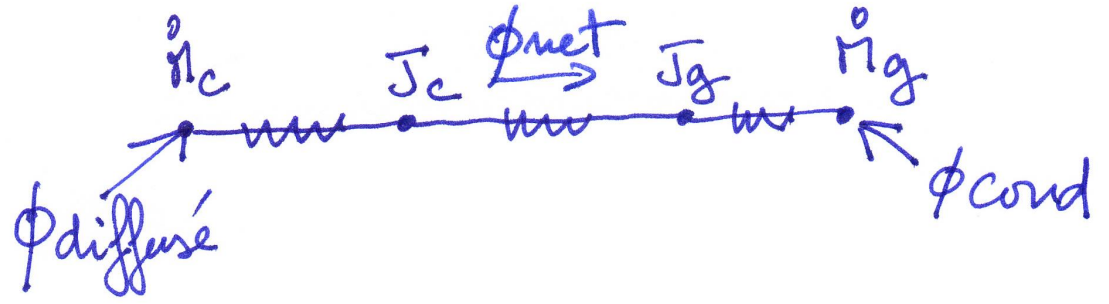
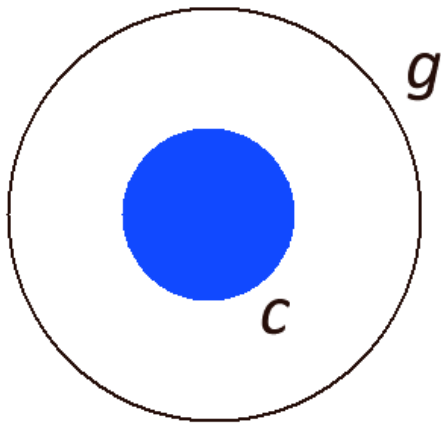
$$\text{Réciprocité} \gg S_g F_{gc} = S_c F_{cg} \gg F_{gc} = S_c / S_g$$

$$\text{Complémentarité} \gg F_{gg}$$

$$S_c = \pi D_c L, S_g = \pi D_g L \gg S_c / S_g = D_c / D_g = 1/4$$

	c	g
c	0	1
g	1/4	3/4





Il n'y a pas d'échanges convectifs  
(vide) et pas de conduction  
dans le câble (Température uniforme)

Par continuité  $\Rightarrow \phi_{\text{diffusé}} = \phi_{\text{net}} = -\phi_{\text{cond}}$   
 $\phi_{\text{cond}}$  = Flux conduit dans la gaine

$$\phi_{\text{net}} = \frac{\dot{n}_c - \dot{n}_g}{R_T}$$

$$R_T = \frac{1 - \epsilon_c}{\epsilon_c S_c} + \frac{1}{S_c \epsilon_g} + \frac{1 - \epsilon_g}{\epsilon_g S_g}$$

Surface Navies:

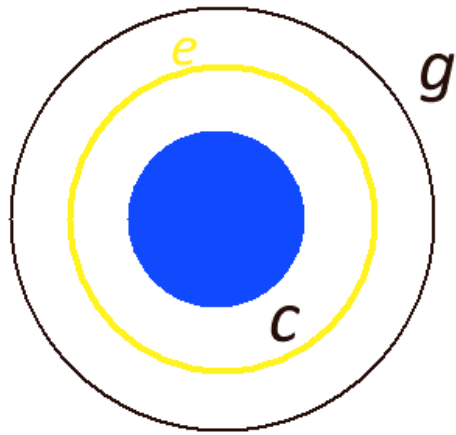
$$R_T = \frac{1}{S_c F_{eg}} = \frac{1}{S_c} \Rightarrow \phi_{net} = S_c (\sigma_0 T_c^4 - \sigma_0 T_g^4)$$

$$\phi_{net} = 30 \text{ W} = \pi D_c \cdot L \sigma_0 (T_c^4 - T_g^4)$$

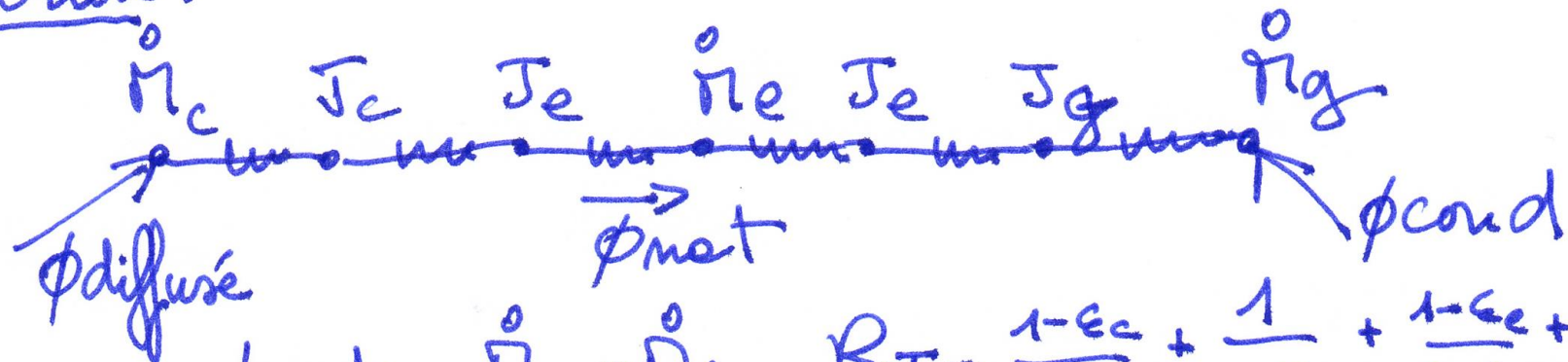
$$T_g^4 = \frac{-30}{\pi D_c L \sigma_0} + T_c^4 = 701 \text{ K}$$

Surface quises:  $R_T = 373,57 \text{ m}^2 \Rightarrow T_g = 678,8 \text{ K}$





Ecran:



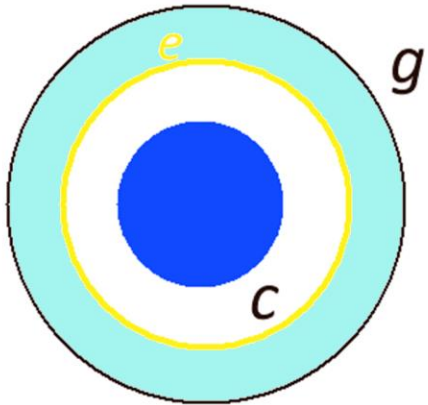
$$\phi_{net} = \frac{\overset{\circ}{P}_c - \overset{\circ}{P}_g}{R_T} \quad R_T = \frac{1-\epsilon_c}{\epsilon_c S_c} + \frac{1}{S_e F_{ec}} + \frac{1-\epsilon_e}{\epsilon_e S_e} + \frac{1-\epsilon_e}{\epsilon_e S_e} + \frac{1}{S_e F_{eg}} + \frac{1-\epsilon_g}{\epsilon_g S_g}$$

$$R_T = 744,93 \cdot m^{-2}$$

$$\phi_{net} = 30W = \sigma_0(T_c^4 - T_g^4) / 744,93 \Rightarrow \boxed{T_g = 356,5K}$$

Il faut Considérer 2 enceintes  
pour le calcul des facteurs de forme  
dans lesquelles la complémentarité  
sera vérifiée.

Enceinte 1 : entre la gaine et l'écran



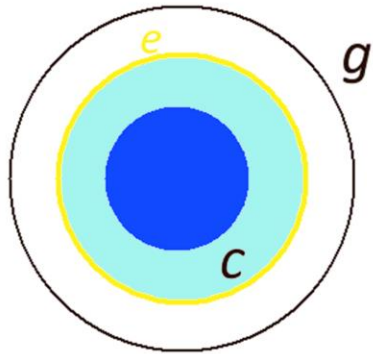
$$F_{eg} = 1 \quad S_e F_{eg} = S_g F_{ge}$$

$$\Rightarrow F_{ge} = S_e / S_g$$

$$\text{Complémentarité} \Rightarrow F_{gg} = 1 - F_{ge} = \frac{S_g - S_e}{S_g}$$

$$F_{eg} = 0 \Rightarrow F_{ee} = 0$$

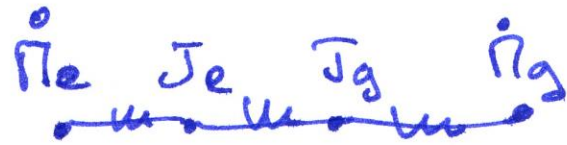
Enceinte 2:  $F_{ce} = 0$  et  $F_{ec} = 1$



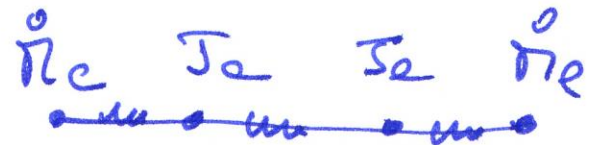
$$S_c F_{ce} = S_e F_{ec} \Rightarrow F_{ec} = S_c / S_e$$

Complémentarité  $\Rightarrow F_{ce} = 1 - F_{ec} = \frac{S_e - S_c}{S_e}$

Enceinte 1:



Enceinte 2:



L'écran à la même température dans les deux cas  $\Rightarrow$  on peut joindre les deux schémas :

