

## Le long jeune hivernal

Le manchot empereur mesure environ un mètre de haut. Dans cet exercice, on pourra le modéliser par un cylindre. Sous la peau tout son corps est recouvert d'une couche de graisse dont on considérera l'épaisseur comme faible par rapport aux autres dimensions de l'animal. La peau est recouverte de plumes. Bien que ces plumes jouent un rôle important, nous ne les considérerons pas dans l'exercice. Enfin, on négligera tout le temps les échanges de chaleur par rayonnement.



Pendant l'hiver, le mâle, couve l'unique oeuf. Il reste plusieurs mois sans manger, par une température de  $-30^{\circ}\text{C}$ , sa température interne restant toujours à  $+38^{\circ}\text{C}$ .

La graisse qui entoure tout le corps du manchot a deux fonctions : servir d'isolation thermique et procurer au manchot, quand il la consomme une énergie de  $h = 38 \text{ MJ.kg}^{-1}$ . La masse volumique de cette graisse est la même que celle de l'animal pour l'estimer vous considérerez que c'est la même que pour vous. La conductivité thermique de la graisse est  $\lambda = 0,17 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .

Pour simplifier la résolution de l'exercice, on considère dans un premier temps que pour calculer l'isolation procurée par la graisse son épaisseur est toujours égale à l'épaisseur initiale.

1. Quelle épaisseur de graisse permet au manchot de tenir pendant 2 mois sans manger ?

Pour aller plus loin on peut modéliser que l'épaisseur de graisse diminue au fur et à mesure qu'il l'a consommée.

2. Dans cette nouvelle modélisation, qu'elle épaisseur de graisse faut-il au manchot ?

## Fusible

Un fusible est constitué par un fil conducteur cylindrique homogène, de section droite d'aire  $S$ , de longueur utile  $L$ , de conductivité électrique  $\gamma$  et de conductivité thermique  $\lambda$ . Il est traversé par un courant électrique continu d'intensité  $I$  et il est enfermé dans une capsule remplie d'une substance assurant une isolation thermique et électrique parfaite. Les températures aux extrémités du fil,  $x = 0$  et  $x = L$ , sont imposées et égales à la température  $T_0$  du milieu ambiant. On se place en régime stationnaire.

O. Faire un schéma

1. Ecrire l'équation différentielle vérifiée par la température  $T(x)$  dans le fil. La résoudre et représenter graphiquement la fonction de  $T(x)$ .
2. Le matériau constituant le fil fond à  $T_F$ . On veut fabriquer un fusible qui admet une intensité maximale  $I_{max}$ . Préciser l'endroit de la rupture en cas de dépassement de  $I_{max}$ . Déterminer l'expression littérale de l'aire  $S$  à prévoir. Faire l'application numérique avec :  $\lambda = 65 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$  ;  $\gamma = 1,2 \cdot 10^6 \text{ SI}$  ;  $T_0 = 290 \text{ K}$  ;  $L = 2,5 \text{ cm}$  ;  $T_F = 390 \text{ K}$  ;  $I_{max} = 16 \text{ A}$ .

## Le paradoxe de l'isolant

Un tuyau d'eau chaude est entouré par une gaine isolante de conductivité thermique  $\lambda$ , de rayon intérieur  $r_1$  (égal au rayon extérieur du tuyau) et de rayon extérieur  $r_2$ . La gaine est en contact avec l'air ambiant avec lequel elle a un échange thermique suivant la loi de Newton, avec un coefficient d'échange  $h$ .

1. Pour une longueur  $l$  de tuyau exprimer les résistances thermiques et de la gaine isolante et de l'interface gaine isolante/air.
2. Étudier les variations de la résistance thermique équivalente avec  $r_2$ . Quel résultat paradoxal trouve-t-on ?