

Équilibre thermique d'un mammifère

L'équilibre thermique d'un mammifère résulte de la compétition entre son métabolisme (proportionnel à sa masse) et son refroidissement cutané (proportionnel à sa surface).

On cherche à déterminer l'influence du milieu sur la taille (le volume) des mammifères du point de vue de l'équilibre thermique.



Données

$K = 5 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ pour l'air et $K = 500 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ pour l'eau (ces données tiennent compte de la convection ce qui explique leurs valeurs élevées).

Énoncé détaillé

Un mammifère peut être très sommairement schématisé par une sphère de muscles de centre O , de rayon R dont le métabolisme dégage une puissance thermique P par unité de volume, uniformément dans tout son volume.

On prendra $R = 25 \text{ cm}$ (ce qui permet d'avoir un rapport surface / volume voisin de celui de l'être humain).

L'animal est plongé dans l'air (ou dans l'eau), c'est-à-dire dans un milieu de conductivité thermique K (pour $r > R$) ; la température du milieu ambiant loin de l'animal est $T_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$.

La température du milieu ambiant, en régime permanent, est notée $T(r)$ avec $r \geq R$.

Refroidissement par conduction thermique (phénomène prépondérant)

1. Établir l'expression de $T(r)$ pour $r \geq R$ en fonction de r , R , T_0 , K et P .
2. Quelle est la température cutanée de l'animal T_C en $r = R$?
Discuter d'une part, de l'influence de K sur T_C à R fixé et d'autre part de l'influence de R sur T_C à K fixée.
3. Quelle doivent être les valeurs de P pour avoir $T_C = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ dans l'air puis dans l'eau ?
Pourquoi n'existe-t-il pas de petits mammifères marins ?