

## Devoir en temps libre n° 16

### Régulation thermique du phoque gris

On étudie la régulation thermique du phoque gris *Halichoerus grypus*, un mammifère marin carnivore qui vit dans l'Atlantique Nord, dont les eaux peuvent descendre jusqu'à des températures de 4 °C au voisinage de la banquise. L'animal étant un mammifère, sa température interne est régulée à la valeur  $T_{\text{int}} = 36,5 \text{ °C}$ .



Un phoque adulte mâle mesure entre 2,5 et 3,3 m de long pour une masse comprise entre 170 et 310 kg. Une femelle mesure au maximum 2 m pour une masse de 190 kg au maximum. Les animaux étant constitués principalement d'eau, on peut estimer que la masse volumique de l'animal est voisine de  $\rho = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ . Juste sous la peau se trouve une épaisse couche de graisse.

Sachant que le phoque se nourrit de poisson, dont la digestion d'un kilogramme libère une énergie d'environ 4600 kJ, estimer la masse de poisson nécessaire à la régulation thermique d'un phoque se baignant au large de la Bretagne dans une eau à 12 °C.

Le phoque gris est-il responsable de la diminution des stocks de poissons dans les eaux françaises ?

Matériau	peau	graisse
Épaisseur (en mm)	5,0	70,0
Conductivité thermique (en $\text{W} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ )	0,18	0,12

Chiffres-clé du port de Keroman (port de pêche de Lorient) :

<https://www.keroman.fr/decouvrir/chiffres-cles/?L=0>

Fiche sur le phoque gris de la LPO :

<https://www.lpo.fr/decouvrir-la-nature/fiches-especes/fiches-especes/mammiferes-marins/phoque-gris>

## Corrigé du devoir en temps libre n° 16

### éléments de correction

Le phoque ayant une température supérieure à celle de son environnement, il perd continûment de l'énergie par conduction à travers sa couche externe de peau et de graisse. La survie du phoque nécessite (au moins) de compenser l'énergie perdue, ce qui est assuré par la métabolisation des aliments. On peut par exemple calculer l'énergie perdue chaque jour, et en déduire la masse de poisson à consommer quotidiennement pour compenser cette perte.

On suppose que les pertes thermiques sont très majoritairement dues à la conduction. Comme le phoque est homéotherme et en supposant que la température de l'eau reste en moyenne autour de la même valeur tout au long de l'année, la puissance dissipée est constante :

$$\mathcal{P} = \frac{T_{\text{int}} - T_{\text{ext}}}{R_{\text{th}}}$$

Calculons la résistance thermique du phoque. Son volume peut être estimé grâce à sa masse, en l'assimilant à de l'eau :  $V = m/\rho = 200/1000 = 0,2 \text{ m}^3$ . En modélisant le phoque par un cylindre de longueur  $L = 2,75 \text{ m}$ , on peut en déduire son rayon :

$$V = \pi \times r^2 \times L \Rightarrow r = \sqrt{\frac{V}{\pi \times L}} = 0,15 \text{ m}$$

La surface du phoque est alors la somme de la surface latérale et des surfaces aux deux extrémités :

$$S = 2\pi r \times L + 2 \times \pi r^2 = 2,7 \text{ m}^2$$

La résistance thermique séparant l'intérieur du phoque de son environnement est l'association en série de la résistance thermique de la couche de graisse (épaisseur  $e_1$  et conductivité thermique  $\lambda_1$ ) et de la résistance thermique de la peau (épaisseur  $e_2$  et conductivité thermique  $\lambda_2$ ). On fait l'approximation qu'elles correspondent à la même surface, égale à la surface externe du phoque. Alors :

$$R_{\text{th}} = R_{\text{th peau}} + R_{\text{th graisse}} = \frac{e_1}{\lambda_1 S} + \frac{e_2}{\lambda_2 S} = 0,23 \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$$

La puissance thermique évacuée par le phoque est donc :

$$\mathcal{P} = \frac{T_{\text{int}} - T_{\text{ext}}}{R_{\text{th}}} = 108 \text{ W}$$

Comme  $\mathcal{P}$  est constante, l'énergie perdue par le phoque quotidiennement est :

$$Q = \mathcal{P} \times \Delta t = 108 \times 24 \times 3600 = 9,35 \cdot 10^6 \text{ J} = 9350 \text{ kJ}$$

Pour compenser cette énergie perdue, le phoque doit manger de l'ordre de  $9350/4600 \approx 2 \text{ kg}$  de poisson par jour. Cela correspond à environ 750 kg de poisson par an pour un phoque, et donc environ 150 tonnes de poisson pour les quelques 200 phoques qui fréquentent les côtes bretonnes, et 750 tonnes de poisson pour les environ 1000 phoques de la Baie de Somme (chiffre donné histoire de ne pas paraître minimiser la prédation par les phoques, sachant que 500 individus ont été recensés en 2016, voir : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Baie\\_de\\_Somme](https://fr.wikipedia.org/wiki/Baie_de_Somme)).

Le port de pêche de Lorient-Keroman affiche 80000 tonnes de produits de la mer traités en 2021, dont environ 26000 tonnes de poissons et crustacés vendus à la criée. Le port de Lorient-Keroman n'est que le second port de pêche français en volume ... Le premier en volume est le port de Boulogne-sur-Mer, avec 28000 tonnes de poissons vendus en 2020, heureusement (?) en baisse (plus de 50000 tonnes en 2015). Je vous laisse trouver les chiffres du port du Guilvinec.

QED