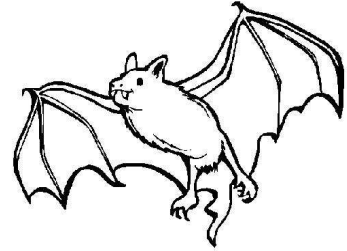


**Exercice 1 : effet Doppler**

Les chauves-souris émettent des ultrasons pour éviter les obstacles grâce aux échos. Certaines peuvent aussi déterminer la vitesse des proies par effet Doppler.

1. Une chauve-souris émet des cris brefs à la fréquence de 80 kHz. Pourquoi la chauve-souris utilise-t-elle ces fréquences élevées ? Si la chauve-souris vole vers un obstacle fixe à la vitesse de  $5,0 \text{ m.s}^{-1}$ , quelle est la fréquence  $\nu''$  perçue par l'animal après réflexion sur l'obstacle?
2. Le grand rhinolophe est une espèce de chauve-souris qui utilise une autre technique de chasse. Il émet une onde sonore pure de 83 kHz pour détecter des proies en mouvement car sa sensibilité auditive présente un pic aigu autour de cette fréquence (fovéa acoustique). Lorsqu'une onde ayant subi un déplacement en fréquence est détectée, la chauve-souris abaisse sa propre fréquence d'émission jusqu'à ce que l'onde renvoyée s'ajuste à 83 kHz. Quelle est la fréquence d'émission appropriée au cas d'une chauve-souris qui se déplace à la vitesse  $v = 5,0 \text{ m.s}^{-1}$  vers une proie qui se rapproche d'elle à la vitesse  $v_P = 3,0 \text{ m.s}^{-1}$  pour que l'écho corresponde à une fréquence de 83 kHz ? L'animal peut ainsi déceler une modulation de fréquence due aux battements des ailes de la proie...

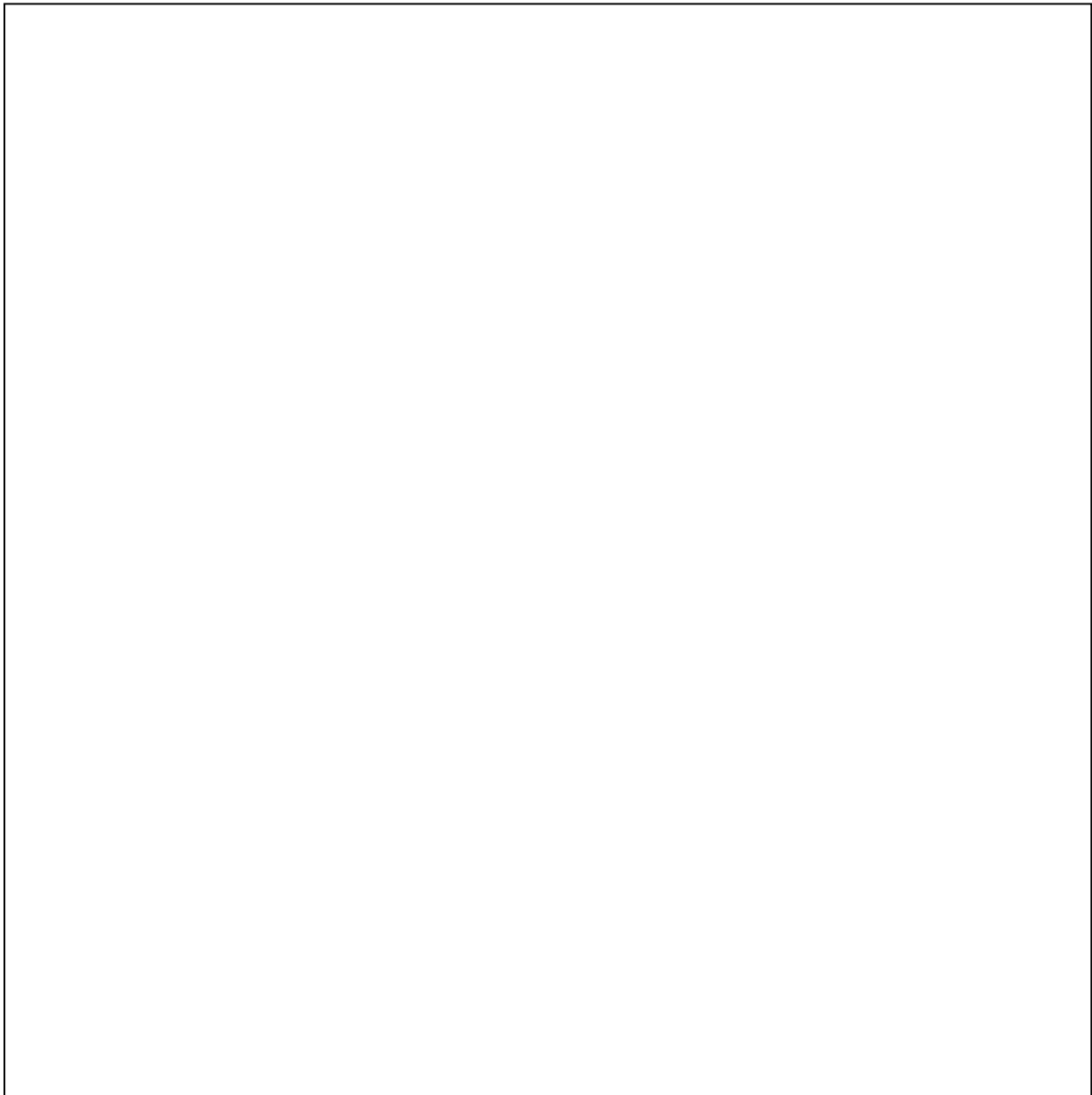


Données : célérité du son dans l'air à  $15^\circ\text{C}$  :  $340 \text{ m.s}^{-1}$

**Exercice 2 : sublimation d'un filament de tungstène**

On considère un filament de tungstène d'une ampoule parcouru par un courant continu. L'ampoule est supposée vide en dehors du filament. En régime stationnaire, la puissance reçue par le filament est égale à la puissance rayonnée sous forme électromagnétique. On rappelle la loi de Stefan : tout corps porté à une température  $T$  émet un rayonnement électromagnétique dont la puissance  $P$  croît avec la température (absolue) et la surface extérieure  $S$  du corps chauffée selon  $P/S = \sigma T^4$ , où  $\sigma$  est la constante de Stefan.

1. En considérant un filament cylindrique de longueur  $l$ , de rayon  $r$ , de résistivité  $\rho$  uniforme et constante, montrer que la température absolue  $T$  du filament est proportionnelle à une puissance de  $r$  que l'on identifiera.
2. En réalité le tungstène se sublime peu à peu (passage de l'état solide à l'état gazeux) mais ne se redépose pas de manière uniforme : le filament présente des variations de sa section. Expliquer pourquoi ce phénomène peut conduire à la rupture du filament.



**Exercice 3 : vitesse d'une image**

On considère une lentille mince convergente de distance focale  $f'$ . Le point source se situe du côté objet réel à une distance  $x_0 > f'$ . Le point source est mis en mouvement en direction de la lentille à une vitesse  $v$ . Déterminer la vitesse  $v'$  de l'image du point source. Le résultat est-il compatible avec la théorie de la relativité ?

Dans le cadre de cette théorie, quelle est la vitesse de l'image ? (on pourra faire un raisonnement impliquant les rayons paraxiaux).

