

Exercice 1 : Effet Doppler

Une source E se déplace de gauche à droite sur un axe ou (0,x). Sa vitesse v est très inférieure à la célérité 'c' du son. E émet une onde de fréquence f_E. Un récepteur R est fixe. On assimile l'onde à une succession de bips. La source s'approche du récepteur.

A t = 0 un premier bip, appelé B₀ est envoyé. A t = T_E un bip appelé B₁ est émis à nouveau par la source.

1) Quelle est la distance parcourue par le bip B₀ ? Exprimer la distance d à laquelle se trouve l'émetteur E par rapport à sa position initiale à t = 0, en fonction de T_E et de v. A quelle valeur correspond la distance entre la position du bip B₀ et du bip B₁ ?

En déduire que la relation entre λ_R, v, c et λ_E est : $\lambda_R = \frac{\lambda_E(c-v)}{c}$

avec λ_R, longueur d'onde en approche et λ_E longueur d'onde correspondant à l'émetteur.

2) En déduire que $f_R = c \cdot \frac{f_E}{c-v}$.

3) Démontrer que l'écart de fréquence entre la fréquence f_R en approche et celle de l'émetteur est :

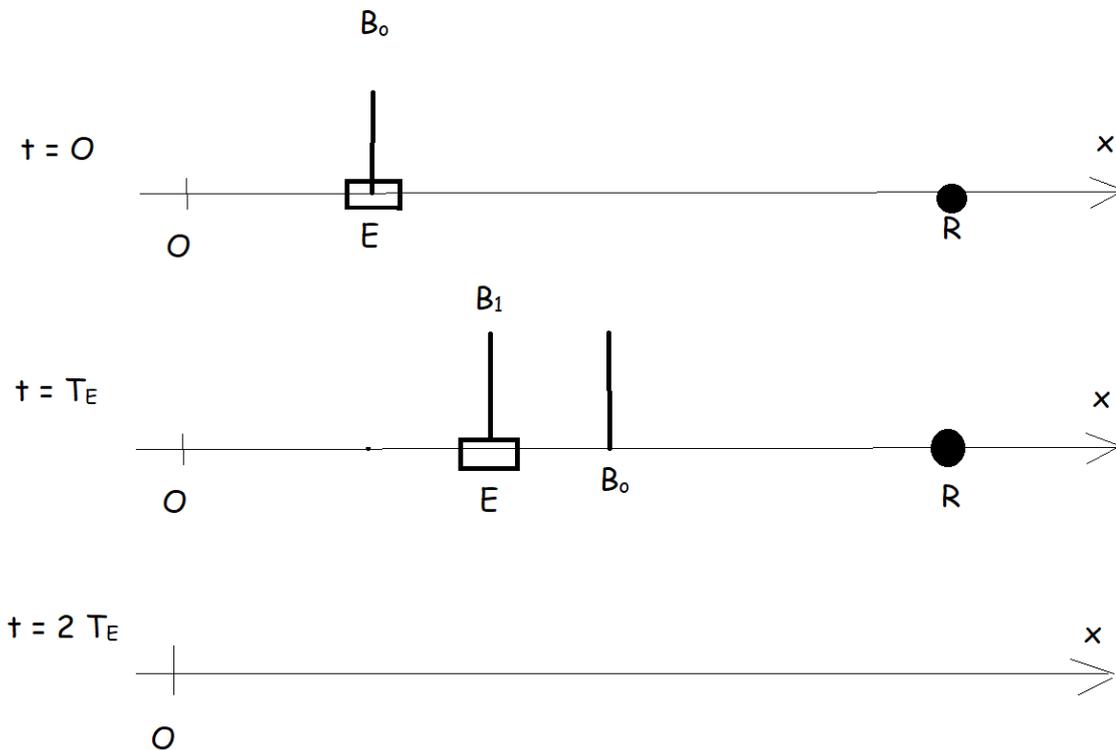
$$\Delta f = f_R - f_E = f_E \cdot \left(\frac{v}{c-v}\right)$$

Δf est appelé le décalage Doppler.

4) Lorsque la célérité du son 'c' est très supérieure à v, que devient l'expression simplifiée du décalage Doppler ?

5) Une voiture émet un son de fréquence f_E = 392 Hz. Elle se déplace vers un récepteur qui enregistre le son de fréquence f_R = 440 Hz. Calculer la vitesse v du véhicule. Sachant que la vitesse maximale est de 130 km.h⁻¹, l'automobiliste est-il en infraction ? La vitesse du son c = 340 m.s⁻¹.

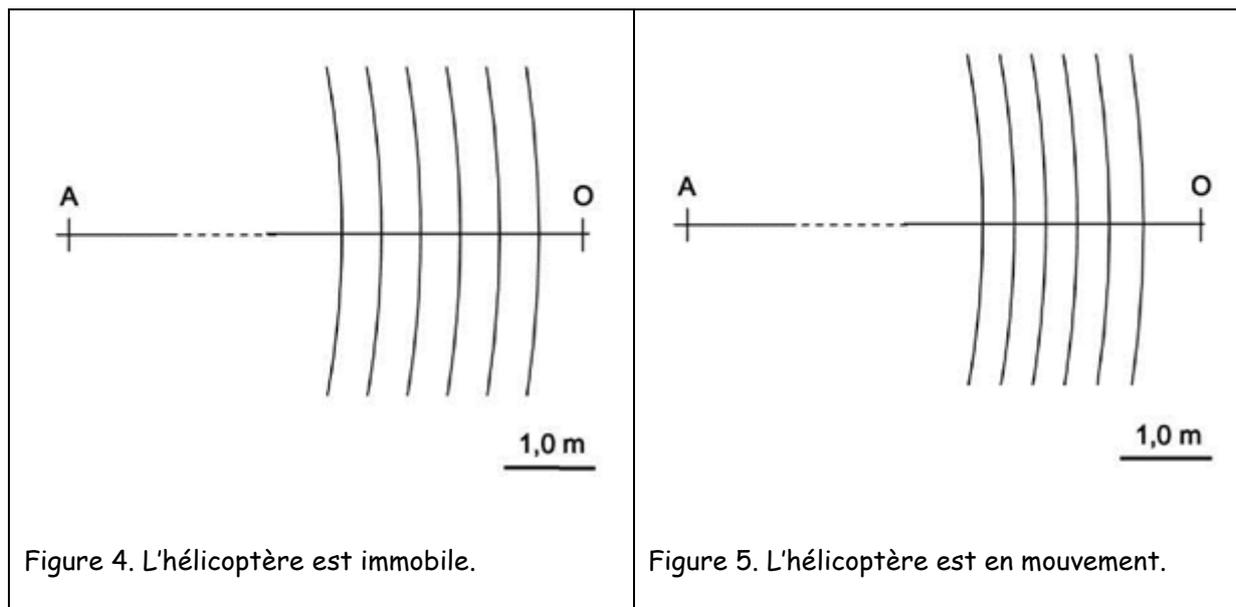
6) Dessiner, sur le schéma ci-dessous, les positions de E, R, λ_R, λ_E à t = 2.T_E



Exercice 2 : Détermination de la vitesse d'un hélicoptère par effet Doppler

On s'intéresse à un son émis par un hélicoptère et perçu par un observateur immobile. La valeur de la fréquence de l'onde sonore émise par l'hélicoptère est f₀ = 8,1 × 10² Hz. On se place dans le référentiel terrestre pour toute la suite de cette partie. Les portions de cercles des figures 4 et 5 ci-dessous donnent les maxima d'amplitude de

l'onde sonore à un instant donné. Le point A schématise l'hélicoptère. Dans le cas de la figure 4, l'hélicoptère est immobile. Dans le cas de la figure 5, il se déplace à vitesse constante le long de l'axe et vers l'observateur placé au point O. La célérité du son dans l'air est indépendante de sa fréquence.



- Déterminer, avec un maximum de précision, la longueur d'onde λ_0 de l'onde sonore perçue par l'observateur lorsque l'hélicoptère est immobile, puis la longueur d'onde λ' lorsque l'hélicoptère est en mouvement rectiligne uniforme.
- En déduire une estimation de la valeur de la célérité $v(\text{son})$ de l'onde sonore.
- Déterminer la fréquence f' du son perçue par l'observateur lorsque l'hélicoptère est en mouvement. Comment la perception du son est-elle modifiée ?
- Calculer la valeur de la vitesse ' v ' de l'hélicoptère sachant que $\Delta f = f' - f_0 = f_0 \cdot \left(\frac{v}{v(\text{son}) - v}\right)$.

Exercice 3 : compléter le tableau suivant

	distance	distance en mètre (notation scientifique)	nombre de chiffres significatifs
mouche	1,0 cm		
noyau atomique	10 nm		
cheveux	78 ,5 μm		
distance Terre- Soleil	150 millions de km		

Exercice 4

On mesure pour une fréquence $f = 500$ Hz l'atténuation en décibel d'une plaque de bois : $A = 28$ dB

- Définir atténuation géométrique et l'atténuation par absorption du niveau d'intensité sonore. Dans le cadre de cet exercice, s'agit-il d'une atténuation par absorption ou une atténuation géométrique.
- un son de niveau d'intensité sonore $L' = 80$ dB, et perçue après traversée d'une paroi de bois. Quelle était son niveau d'intensité sonore L avant traversée ?
- Par quel facteur l'intensité sonore I est-elle divisée lorsque le son traverse la plaque de bois ?