

**Doc.1 : L'écholocation des chauves-souris**

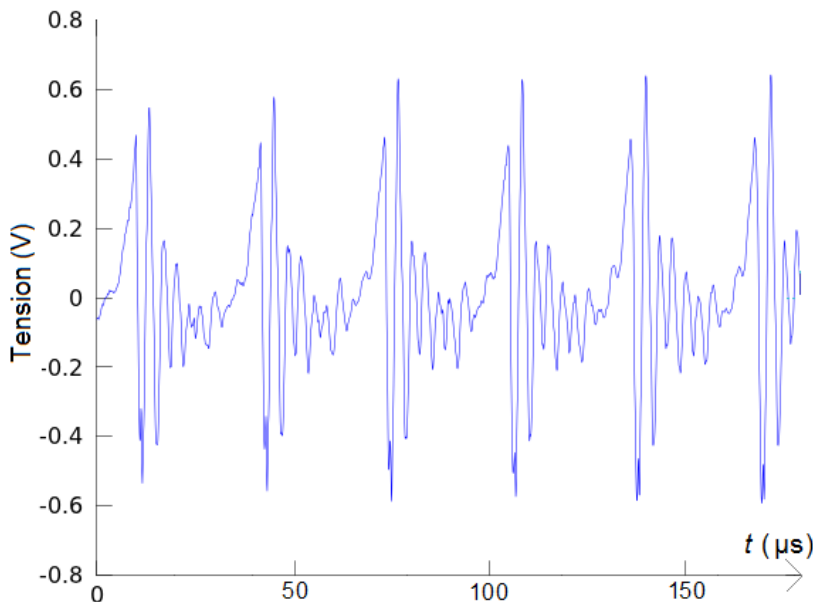
**Les cris** – Les chauves-souris poussent des cris ultrasonores. En général, ces ultrasons ne sont pas purs mais composés d'une fréquence fondamentale et de plusieurs harmoniques.

**Détection des distances** - Pour estimer la distance à un objet (obstacle fixe, proie...), les organes sensoriels de la chauve-souris enregistrent le retard de l'écho par rapport à l'émission du signal.

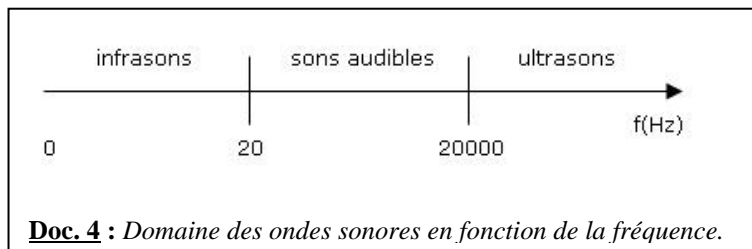
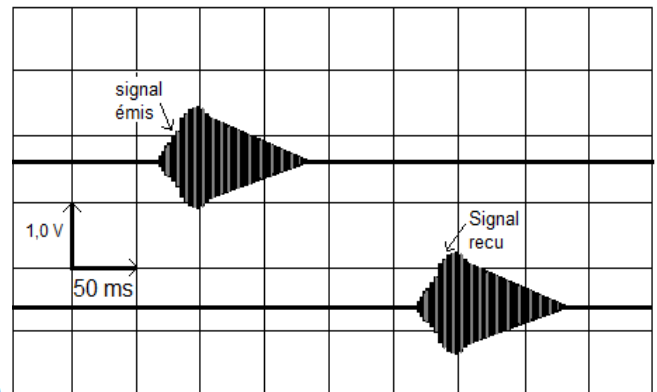
Pour qu'une proie soit détectable, elle doit avoir une dimension supérieure à la longueur d'onde du signal ultrasonore.

**Détection de la vitesse** – La chauve-souris perçoit sa vitesse relative par rapport à un objet grâce au décalage de fréquence du signal réfléchi dû à l'effet Doppler. Les battements d'aile d'une proie produisent un décalage des fréquences par effet Doppler oscillant qui se superposent au décalage général engendré par les obstacles fixes environnants. Chez certaines espèces, pour faciliter la détection de ces oscillations, il existe un système de compensation : ces espèces modifient la fréquence d'émission pour que la fréquence du signal réfléchi par les obstacles fixes soit ramenée à une fréquence de référence, celle qui est émise lorsque la chauve-souris est immobile, et pour laquelle la sensibilité est maximale.

**Doc.2 : Représentation graphique des cris émis par les chauves-souris.**



**Doc.3 : Représentation graphique des signaux émis et reçu par la chauve-souris après réflexion sur un obstacle fixe.**



**Donnée :** Vitesse du son (ou des ultrasons) dans l'air :  $v_{\text{son}} = 340 \text{ m.s}^{-1}$

- 1) a) En sciences physiques, que signifie de manière détaillée l'expression : « Les chauves-souris poussent des cris ultrasonores » ?
- b) L'onde émise par une chauve-souris est-elle longitudinale ou transversale ? Justifier la réponse.
- 2) a) A partir du **Doc.2**, déterminer la période  $T$  des signaux émis par les chauves-souris. Faire apparaître sur le document votre méthode pour déterminer  $T$ .
  - b) En déduire la fréquence fondamentale  $f$  des signaux émis par les chauves-souris. Conclure sur la nature de l'onde émise.
  - c) Le son produit par une chauve-souris n'est pas pur : Justifier d'après le **doc. 2**. Comment le qualifie-t-on alors ?
  - d) Quelle est la fréquence de ses deux harmoniques les plus proches ?
- 3) a) Le **doc.1** précise : « Pour qu'une proie soit détectable, elle doit avoir une dimension supérieure à la longueur d'onde du signal ultrasonore ». Nommer le phénomène qui peut perturber la détection d'un écho lorsque la proie est détectable.
- b) Déterminer la dimension minimale d'une proie pour qu'elle soit détectable.

- 4) En utilisant le **Doc.3** et en détaillant la méthode utilisée, déterminer la distance séparant la chauve-souris de l'obstacle fixe.
- 5) a) Rappeler le principe de l'effet Doppler, lorsqu'une onde est émise par un émetteur en déplacement par rapport à un récepteur considéré fixe.
- b) Donner deux exemples d'utilisation de l'effet Doppler.
- c) Lorsque la chauve-souris se rapproche d'un mur, l'écho perçu a-t-il une fréquence plus grande, identique ou plus faible que celle du signal émis ?
- 6) On propose deux relations pour l'expression de la fréquence perçue  $f_R$  par une chauve-souris se dirigeant vers un mur à la vitesse de valeur  $v = 20 \text{ km.h}^{-1}$ . On note  $f_0$  la fréquence du signal émis.

$$\textcircled{1} f_R = \left( \frac{v_{\text{son}} - v}{v_{\text{son}} + v} \right) \times f_0$$

$$\textcircled{2} f_R = \left( \frac{v_{\text{son}} + v}{v_{\text{son}} - v} \right) \times f_0$$

$$\textcircled{3} v = v_{\text{son}} \times \frac{\Delta f}{2f_0}$$

- a) Laquelle des relations  $\textcircled{1}$  ou  $\textcircled{2}$  est utilisable dans le cas décrit ? Justifier la réponse.
- b) Calculer la fréquence  $f_R$  de l'écho reçu lorsque le signal émis a pour fréquence 62 kHz.
- c) En utilisant l'une des trois expressions précédentes, déterminer la vitesse  $v$  d'une proie par rapport à la chauve-souris, lorsque celle dernière perçoit un décalage de fréquence  $\Delta f = 880 \text{ Hz}$  pour un ultrason émis à la fréquence  $f_0 = 93 \text{ kHz}$ .
- d) Combien de temps va mettre la chauve-souris pour rattraper sa proie, supposée située à 7,5 m d'elle en ligne droite ?