

## Les ultrasons utilisés en médecine et par les chauves-souris

Les ultrasons sont des vibrations de même nature que le son, mais de fréquence trop élevée (plus de 20 kHz à plusieurs centaines de mégahertz) pour que l'oreille humaine puisse les percevoir.

Certains animaux comme les chauves-souris sont capables d'émettre et d'entendre ces ondes sonores.

Les ultrasons sont utilisés dans la technique d'échographie afin de suivre le déroulement des grossesses.

### **DOCUMENT 1 : L'échographie**

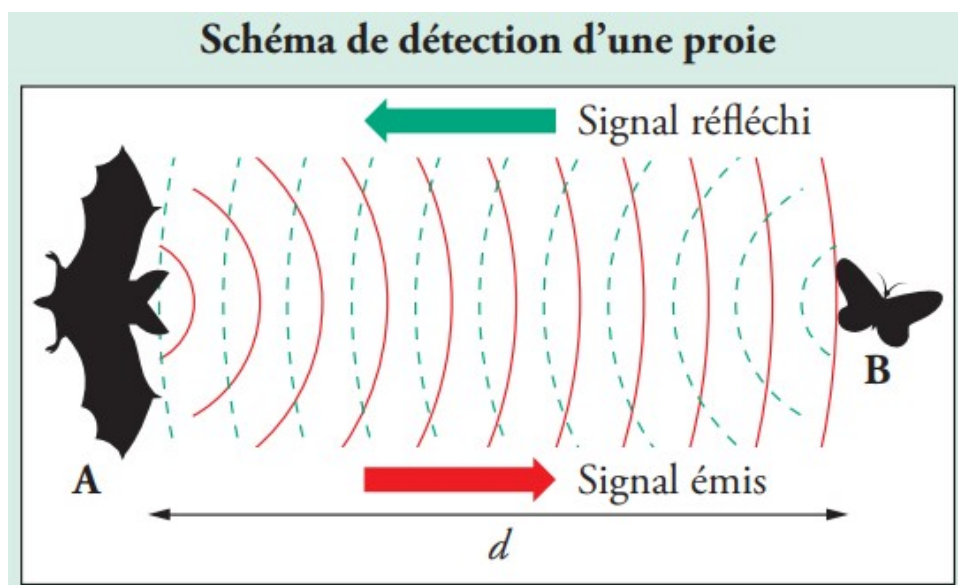
L'échographie est une technique d'imagerie utilisant des ultrasons. Les ultrasons sont envoyés à l'aide de l'émetteur d'une sonde dans un périmètre délimité du corps. Les différents organes renvoient les ultrasons vers un récepteur placé dans la même sonde. Les échos enregistrés, traités par un ordinateur, montrent les obstacles rencontrés par le signal. La mesure de l'amplitude permet de distinguer un tissu mou (muscles) d'un tissu dur (les os) et la mesure de la durée qui sépare l'émission de la réception de chaque écho (durée d'un aller-retour) permet de déterminer les dimensions des organes observés.

### **DOCUMENT 2 : Qu'est-ce qu'un ultrason ?**

Les ultrasons se propagent dans l'air à la même vitesse que le son  $v = 330$  m/s. Leurs fréquences sont supérieures à celles détectées par l'oreille humaine qui n'entend que des fréquences  $f$  telles que  $20 \text{ Hz} < f < 20 \text{ kHz}$ .

### **DOCUMENT 3 : Les chauves-souris et les ultrasons**

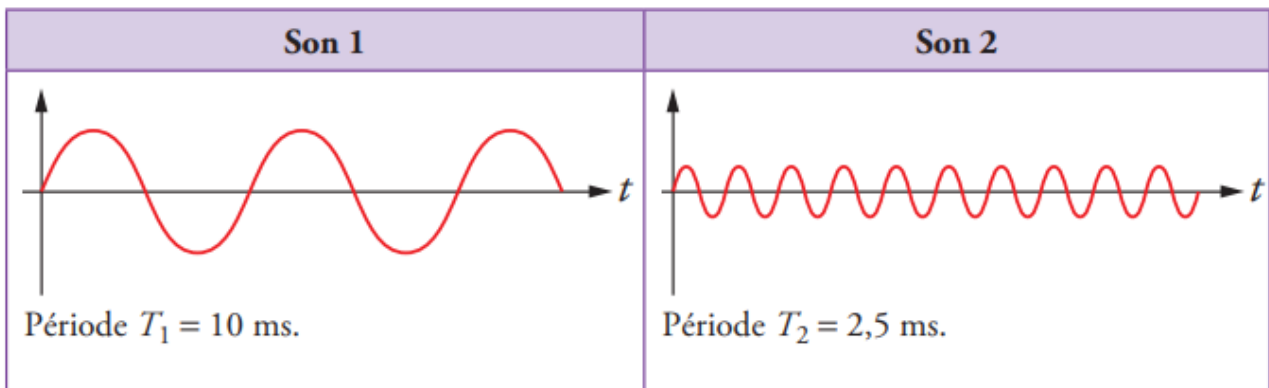
Certains animaux utilisent les infrasons ou les ultrasons. Les chauves-souris émettent et perçoivent ce type de signaux pour se déplacer dans l'obscurité absolue ou pour chasser. Les émissions ultrasonores des chauves-souris d'Europe sont d'une extrême diversité. Elles sont produites par expiration de l'air qui fait vibrer le larynx, passent par les résonateurs que sont le pharynx, puis, suivant les espèces, le nez ou la bouche. Les fréquences pratiquées par les chauves-souris de France s'échelonnent de 12 à 120 kHz suivant les espèces. Chacune possède sa propre plage d'utilisation de fréquence.



L'animal envoie un signal dans une direction, ce signal heurte un obstacle (le papillon) et est détecté par la chauve-souris après réflexion.

### Questions :

- L'échographie est basée sur une propriété des ondes, laquelle ?
  - La lumière visible est une onde électromagnétique. Citer une différence et un point commun entre une onde électromagnétique et une onde sonore.
- Deux signaux sonores sont représentés ci-après. Les échelles sont identiques sur les axes de ces deux graphiques :



- Lequel des deux signaux a une amplitude plus forte ?
  - Lequel des deux signaux a la fréquence la plus élevée ?
  - Lequel des deux signaux est le plus aigu ?
  - Calculer la fréquence du son 2. S'agit-il d'un ultrason ? Justifier.
- Les chauves-souris de France émettent-elles des sons audibles ou des ultrasons ? Justifier.
  - Quels sont les points communs entre une échographie et la détection d'une proie par une chauve-souris ?
  - La chauve-souris du document 3 détecte un insecte en envoyant un signal vers celui-ci qu'elle reçoit à nouveau, après sa réflexion.  
20 ms s'écoulent entre le moment de l'envoi et de la réception du signal.
    - Quel est le temps  $t$  mis par le signal émis pour aller de A jusqu'à B sur le schéma du document 3 ?
    - Calculer la distance AB qui sépare la chauve-souris de sa proie.

## **AIDES pour réussir l'exercice :**

### **Comprendre les documents**

- Le document 1 explique le principe de l'échographie, mais il contient aussi des informations sur le comportement des ondes.
- Le document 2 définit les ultrasons et donne leurs propriétés.
- Le document 3 explique comment les chauves-souris utilisent les signaux sonores, pour capturer leurs proies par exemple.

### **Pour répondre aux questions**

1. a) et b) Lis attentivement le document 1 et fais appel à tes connaissances sur le son et la lumière.
2. Cet ensemble de questions fait appel à tes connaissances sur les propriétés des signaux.  
Pour la question d), écris la relation qui lie la fréquence  $f$  à la période  $T$ . Pense à convertir les unités.
3. Appuie-toi sur le document 2.
4. Compare les informations du document 1 avec la façon de faire des chauves-souris exposée dans le document 3.
5. a) Cette durée a une particularité : cherche-la dans le document 1.  
b) Écris bien la relation entre  $v$ ,  $t$  et la distance  $AB$  avant de la calculer

## CORRECTION

1. a) L'échographie se base sur le **phénomène de la réflexion** que peuvent subir des ondes : elles sont réfléchies lorsqu'elles rencontrent un obstacle.
- b) L'une des différences entre les ondes sonores et les **ondes électromagnétiques** est que ces dernières peuvent **se déplacer dans le vide** tandis que les **ondes sonores** ne se propagent que dans un **milieu matériel**.  
Le point commun entre ces deux types d'onde est la **réflexion** : la lumière peut être réfléchie comme le son.

2. a) Le son 1 a l'amplitude la plus forte.  
b) Le son 2 a la fréquence la plus élevée.  
c) Le son de fréquence la plus élevée est le son 2, c'est le plus aigu.  
d) La fréquence est donnée par :

$$f_2 = \frac{1}{T_2} = \frac{1}{2,5 \times 10^{-3}} = 400 \text{ Hz.}$$

### Remarque

La courbe la plus « serrée » correspond au son dont la fréquence est la plus élevée, à condition que les échelles du temps soient identiques, ce qui est le cas.

On constate que  $400 \text{ Hz} < 20\,000 \text{ Hz}$ , il s'agit donc bien d'un son audible par un humain et non pas d'un ultrason dont la fréquence doit être, par définition, supérieure à  $20\,000 \text{ Hz}$ .

3. D'après le document 3, les chauves-souris de France émettent des signaux dont les fréquences varient de  $12 \text{ kHz}$  à  $120 \text{ kHz}$ . Certains de ces signaux sont des **sons audibles (de  $12 \text{ kHz}$  à  $20 \text{ kHz}$ )**, d'autres correspondent aux **ultrasons (de  $20 \text{ kHz}$  à  $120 \text{ kHz}$ )**.

4. D'après le document 1, pour construire une image des organes internes par échographie, **on émet des ultrasons et on capte l'écho** de ces ondes renvoyé par les organes.

**De la même façon**, d'après le document 3, on constate que les chauves-souris **émettent des ultrasons et captent la réflexion** des ondes pour détecter une proie, comme pour une échographie.

5. a)  $20 \text{ ms}$  est le temps d'un aller-retour de l'onde ultrasonore.  
Le temps  $t$  pour parcourir AB est donc :  **$t = 10 \text{ ms}$** .

b)

Nous savons que si  $v$  est la vitesse du son alors  $v = \frac{AB}{t}$ .

$$\text{D'où } AB = v \times t = 330 \times 10 \times 10^{-3} = 3,3 \text{ m.}$$

**La chauve-souris se trouve donc à  $3,3 \text{ m}$  de l'insecte.**