

TP de physique : orientation d'une chauve-souris

Document 1 : phénomène d'écho

Ohé hé... hé... hé... L'écho, en montagne, est dû à la réflexion des ondes sonores sur les parois des falaises. En effet, un son est une onde : un objet peut donc en perturber la propagation. Lorsque l'onde sonore rencontre un matériau, une partie de son intensité est réfléchi, une autre partie est transmise à travers le matériau, et une dernière partie est absorbée.

Dans le cas où l'obstacle est massif et beaucoup plus grand que la longueur d'onde, comme c'est le cas dans un canyon, le son est réfléchi en direction de l'émetteur. Généralement, l'angle de réflexion est le même que l'angle d'incidence par rapport au plan de l'obstacle, mais les irrégularités de la surface peuvent conduire au phénomène de diffusion, qui renvoie les ondes dans toutes les directions.

Dans les salles de concert, on utilise le phénomène de réflexion pour amplifier la musique. Pour optimiser le retour du son, les salles sont souvent de forme parabolique, car les ondes se concentrent alors toutes vers un même point. Les chauves-souris utilisent la réflexion des ultrasons pour se diriger, et les baleines et les dauphins le même système pour repérer leurs proies. Selon la fréquence émise, les informations sont plus ou moins précises. Le sonar (sound navigation and ranging), envoie des ondes électriques, qui sont converties en ondes sonores dans l'eau. Celles-ci se réfléchissent sur les obstacles et sont renvoyées puis reconverties en énergie électrique pour être captées par le récepteur. L'avantage est que, dans l'eau, le son se propage 5 fois plus vite que dans l'air, à 1500 m/s. Pour mesurer la distance de l'objet, on calcule le temps écoulé entre l'émission et la réception du son. On peut ainsi détecter les fonds marins, des bancs de poissons, ou des épaves englouties !

D'après <http://www.linternaute.com/science/environnement/comment/05/echo/echo.shtml>

Document 2 : célérité du son

La célérité du son dépend notamment du milieu de propagation. Pour un gaz, elle dépend de la pression et de la masse volumique (dépendant elle-même de la température, voir ci-contre pour l'air) essentiellement. Pour un liquide, elle dépend de la compressibilité et de la masse volumique du liquide. Pour un solide, elle dépend des propriétés élastiques du matériau et de sa masse volumique.

Milieu	Air (0°C)	Eau (15°C)	Granit	Sapin	plomb	acier	Verre
Célérité (m/s)	332	1 440	3 950	5 000	1 300	5 100	5 500

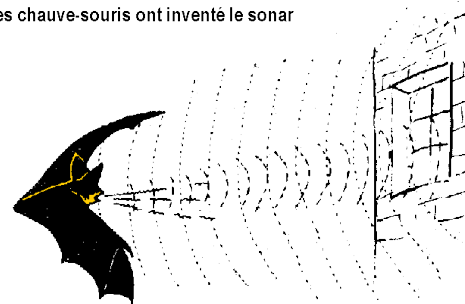
θ en °C	c en $m \cdot s^{-1}$	ρ en $kg \cdot m^{-3}$
- 10	325,4	1,341
- 5	328,5	1,316
0	331,5	1,293
+ 5	334,5	1,269
+ 10	337,5	1,247
+ 15	340,5	1,225
+ 20	343,4	1,204
+ 25	346,3	1,184
+ 30	349,2	1,164

Document 3 : chauve-souris et ultrasons

La chauve-souris arrive à émettre, grâce à son larynx osseux, des ultrasons de 30 000 à 70 000 vibrations par seconde - alors que l'oreille humaine ne perçoit les sons qu'à des fréquences bien plus basses. Ces ultrasons vont heurter les obstacles et renvoient un écho extrêmement précis, que la chauve-souris capte dans ses oreilles très sensibles et développées: elle connaît ainsi la forme précise de l'obstacle. A la seconde où elle émet son cri ultra-son, elle n'entend pas. Pour cette raison, chaque émission est suivie d'un intervalle qui permet à la chauve-souris d'en recevoir l'écho, avant d'émettre à nouveau. Au repos, l'animal émet 10 cris par seconde, 30 en vol, et 50 en s'approchant de l'obstacle. Dans les essaims de chauve-souris, il semble que chacune communique avec sa voisine par ultrasons: en tout cas, elles ne se heurtent jamais.

Les cachalots et les dauphins ont le même principe de communication. Les sous-marins et navires militaires possèdent le même système pour se déplacer et scruter les fonds marins. Leurs signaux peuvent interférer avec ceux des animaux qui peuvent venir s'échouer sur les plages s'ils sont trop perturbés par un grand nombre de signaux reçus.

Les chauve-souris ont inventé le sonar



D'après <http://webduweb.free.fr/radar.htm>

Objectif du TP : on désire connaître la valeur de la célérité du son dans l'air de la pièce de TP et savoir si une chauve-souris percevra avec une plus grande fiabilité un obstacle comme un tronc d'arbre lisse ou recouvert de mousse.

Matériel du TP : générateur Jeulin 6-12V ; boîtier émetteur avec continu et pulse, 2 boîtiers récepteurs, oscillo Rigol, fils, plaque de contreplaqué recouverte ou non de moquette et d'acier, règle graduée de 50 cm au moins, ordinateur avec Regressi

1) Proposer un protocole permettant de trouver la célérité v des ondes ultrasonores dans la pièce de TP avec le matériel à votre disposition.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2) Mettre en place le protocole et déterminer v . Comparer à la valeur théorique.

Aide pour l'oscillo : voie 1 : 5 V/div ; position du zéro (flèche 1) au centre de l'écran ; vérifier dans le menu CH1 que la sonde est x1, que la voie n'est pas inversée et qu'elle est sur DC. Faire commencer la salve à un carreau de l'extrême gauche afin d'utiliser par la suite tout l'écran de l'oscilloscope (bouton horizontal du trigger, petite flèche orange en haut de l'écran)

voie 2 : 500 mV/div (à adapter ensuite suivant la courbe observée) ; position du zéro : un peu en dessous pour avoir un décalage par rapport à la première voie ; mêmes vérifications dans le menu CH2

Régler le balayage horizontal de l'oscilloscope sur 200 μ s / div (à adapter ensuite)

Régler dans « trigger menu » : source « CH1 »

Si la synchronisation des courbes n'est pas bonne (courbes qui défilent), amener la flèche « trigger niveau » (à droite, flèche orange) un peu au-dessus de la flèche « 1 ».

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3) Proposer un protocole permettant de savoir si une chauve-souris percevra avec une plus grande fiabilité un obstacle comme un tronc d'arbre lisse ou recouvert de mousse. On indiquera notamment pourquoi le matériel à disposition est adéquat.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4) Mettre en place le protocole et conclure

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....