EMISSION ET PERCEPTION D'UN SON

Exercice 1

Un signal sonore met3,0s pour parcourir 1000m dans l'air. Il parcourt 15m dans l'eau liquide en $1{,}0.10^{-2}$s.

- Calculer les valeurs des vitesses de propagation d'un signal sonore dans ces deux milieux, puis conclure.

Les vitesses du son dans ces deux milieux sont:

$$V_{air} = \frac{d}{\Delta t} = \frac{1000}{3{,}0} = 3{,}3.10^{2}\ m.s^{-1}$$

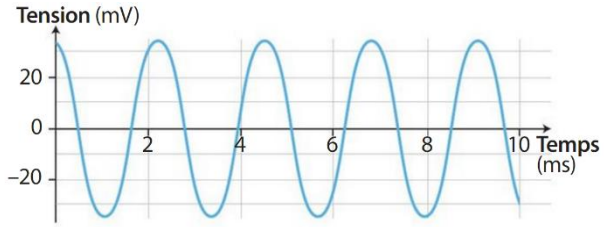
$$V_{eau} = \frac{d}{\Delta t} = \frac{15}{1{,}0.10^{-2}} = 1{,}5.10^{3}\ m.s^{-1}$$

La valeur de la vitesse de propagation du signal sonore est plus importante dans l'eau que dans l'air.

Exercice 2

On considère le graphique ci-contre correspondant à un enregistrement sonore.

- Déterminer la période temporelle T de ce signal et en déduire sa fréquence f.



On aura d'après le graphique pour 4 périodes 4.T = 9,00 ms.
On en déduit ainsi la période du signal:

$$T = 2{,}25\ ms$$

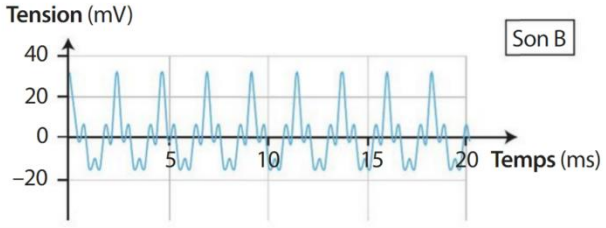
La fréquence étant l'inverse de la période, on aura:

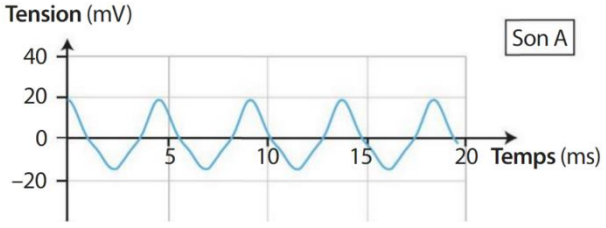
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2{,}25.10^{-3}} = 444\ Hz$$

Exercice 3

On considère les graphiques ci-dessous correspondant à des enregistrements sonores.

- Déterminer leurs périodes temporelle T et leurs fréquences f.
- En déduire quel est le son le plus haut.





On aura d'après le graphique A pour 4 périodes $4.T_A = 18,0$ ms, soit une période de $T_A = 4,5$ ms.
On aura d'après le graphique B pour 8 périodes $8.T_B = 18,0$ ms, soit une période de $T_A = 2,25$ ms.
La fréquence étant l'inverse de la période, on aura:

$$f_A = \frac{1}{T_A} = \frac{1}{4,5.10^{-3}} = 222 \text{ Hz}$$

$$f_B = \frac{1}{T_B} = \frac{1}{2,25.10^{-3}} = 444 \text{ Hz}$$

Un son est d'autant plus haut que sa fréquence est élevée, c'est à dire que sa période est petite. On en déduit que le son le plus haut est donc le son B.

Exercice 4

Lorsque l'intensité sonore I double, le niveau d'intensité sonore L augmente de 3 décibels (dB).

- Compléter le tableau ci-dessous à l'aide de l'information précédente.

I (W/m^2)	I_1	$I_2=5,0.10^{-6}$	$I_3=1,0.10^{-5}$	I_4	$I_5=8,0.10^{-5}$
L (dB)	$L_1=64$	$L_2=67$	$L_3=70$	$L_4=73$	L_5

Une multiplication par 2 de l'intensité sonore I correspond à une augmentation de 3 dB du niveau d'intensité sonore L.

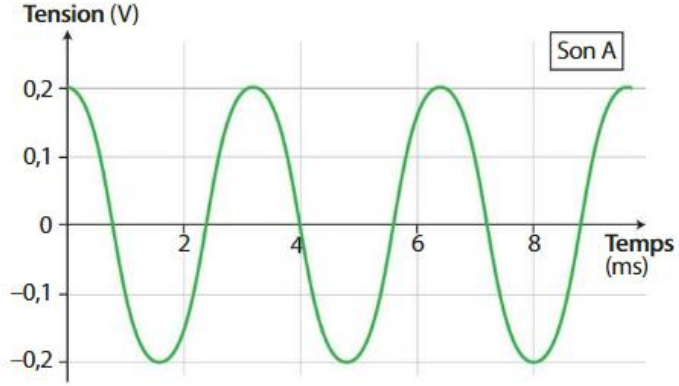
- Comme $L_2=L_1+3$dB, on en déduit que $I_2=2.I_1$, d'où: $I_1=2,5.10^{-6}$ W/m^2
- Comme $L_4=L_3+3$dB, on en déduit que $I_4=2.I_3$, d'où: $I_4=2,0.10^{-5}$ W/m^2
- Comme $I_5=8.I_3$, on en déduit que $L_5=L_3+3x3$dB d'où: $L_5=70+3x3$dB$=79$dB

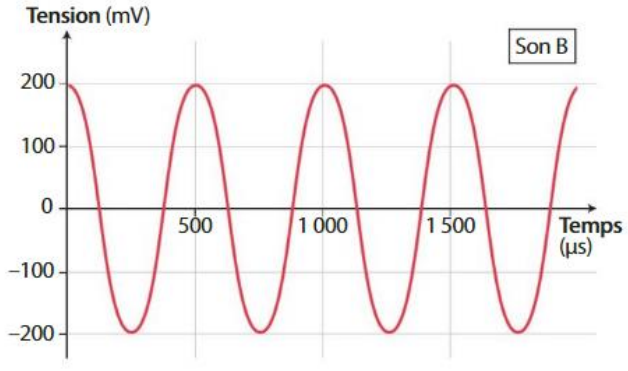
D'où le tableau cidessous:

I (W/m^2)	$I_1=2,5.10^{-6}$	$I_2=5,0.10^{-6}$	$I_3=1,0.10^{-5}$	$I_4=2,0.10^{-5}$	$I_5=8,0.10^{-5}$
L (dB)	$L_1=64$	$L_2=67$	$L_3=70$	$L_4=73$	$L_5=79$

Exercice 5

L'audiométrie est un examen médical permettant de mesurer l'audition.
Des sons dont la fréquence varie de 125Hz à 8000Hz sont diffusés à l'aide d'écouteurs.
Les signaux sonores A et B ci-dessous sont utilisés lors de cet examen.





- Déterminer la période et la fréquence de chaque son.
- Quel son entre le A et le B, un patient ayant une grosse perte d'audition pour des sons de fréquence inférieure à 1000Hz, n'entend-il pas?

On aura d'après le graphique A pour 3 périodes $3.T_A$ = 9,6 ms, soit une période de T_A = 3,2 ms.
On aura d'après le graphique B pour 3 périodes $3.T_B$ = 1500µs, soit une période de T_A = 500 µs.
La fréquence étant l'inverse de la période, on aura:

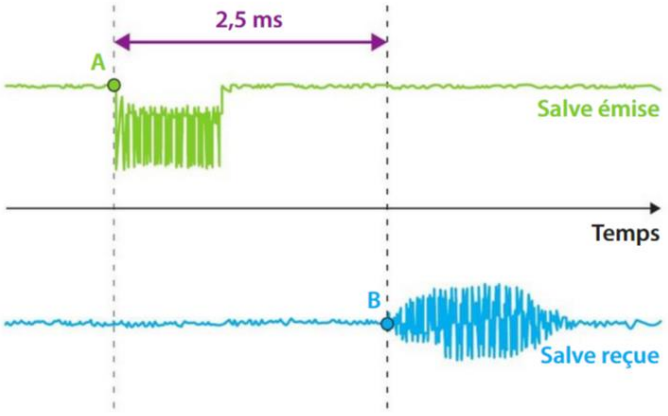
$$f_A = \frac{1}{T_A} = \frac{1}{3{,}2.10^{-3}} = 312 \text{ Hz}$$

$$f_B = \frac{1}{T_B} = \frac{1}{500.10^{-6}} = 2000 \text{ Hz}$$

Le patient n'entend pas les sons dont la fréquence est en dessous de 1000 Hz, il ne pourra pas entendre le son A.

Exercice 6

On se propose de déterminer la valeur de la vitesse de propagation des ultrasons dans l'air.
Un émetteur et un récepteur de salves ultrasonores sont placés face à face, à une distance d=84,0cm et sont connectés à un oscilloscope numérique.
On obtient les courbes ci-contre.



- Que se passe-t-il aux instants repérés par les points A et B sur les courbes?
- Calculer la vitesse de propagation des ondes ultrasonores dans les conditions de l'expérience.
- La vitesse du son dans l'air est de V_{air}=340m/s. Comparer la valeur calculée à cette valeur.

Le point A correspond au début de l'émission de la salve ultrasonore par l'émetteur d'ultrasons.
Le point B correspond au début de la réception de cette salve ultrasonore par le récepteur d'ultrasons.
La vitesse des ondes ultrasonores est:

$$V = \frac{d}{\Delta t} = \frac{0{,}840}{2{,}5.10^{-3}} = 336 \text{ m.s}^{-1}$$

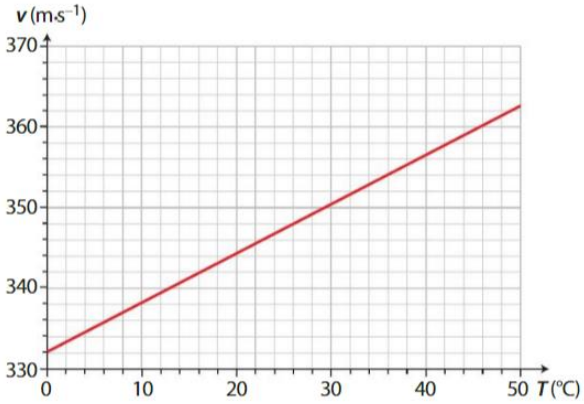
Les deux valeurs sont très proches.
On peut effectuer un calcul d'erreur relative:

$$\text{Erreur} = 100 \times \frac{V_{air} - V}{V_{air}} = 100 \times \frac{340 - 336}{340} = 1{,}2\ \%$$

Exercice 7

On a représenté, sur le graphique ci-dessous, l'évolution de la vitesse de propagation d'un signal sonore dans l'air en fonction de la température T.

- Comment évolue la valeur de la vitesse de propagation d'un signal sonore dans l'air en fonction de la température?
- Déterminer la valeur de la vitesse de propagation du son dans l'air à une température de 22°C.
- Modéliser, par une fonction affine du type y = a.x + b, l'évolution de la valeur de la vitesse du son dans l'air en fonction de la température.
- Estimer alors la valeur de la vitesse du son dans l'air à -5°C puis à 100°C.



La valeur de la vitesse de propagation du son augmente avec la température de l'air.
Pour 22 °C on a une vitesse du son de 345 $m.s^{-1}$.
On peut modéliser cette droite par une fonction affine du type y = a.x + b.
Le coefficient directeur a est donné par:

$$a = \frac{356 - 338}{40 - 10} = 0{,}60\ m.s^{-1}.°C^{-1}$$

L'ordonnées à l'origine b, se trouve par lecture graphique:

$$b = 332\ m.s^{-1}$$

D'où l'équation de la droite:

$$V = 0{,}60 \times T + 332$$

En utilisant cette équation on trouve les vitesses à -5°C et 100°C:

$$V_{-5°C} = 0{,}60 \times (-5) + 332 = 329\ m.s^{-1}$$

$$V_{100°C} = 0{,}60 \times 100 + 332 = 392\ m.s^{-1}$$