

Exercices d'entraînement :
« Les signaux sonores : émission, propagation et perception d'un son »

Exercice 1 : Une flamme qui vibre

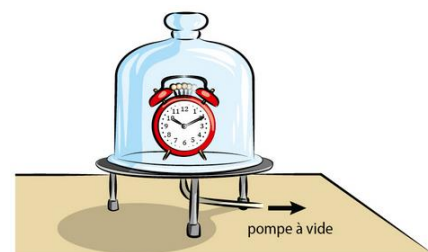
 Vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=qakWiNTLbNc>

Une flamme de bougie vibre lorsqu'elle est placée devant le haut-parleur d'une enceinte qui émet de la musique.

Comment peut-on expliquer ce phénomène ?
Exercice 2 : la cloche à vide

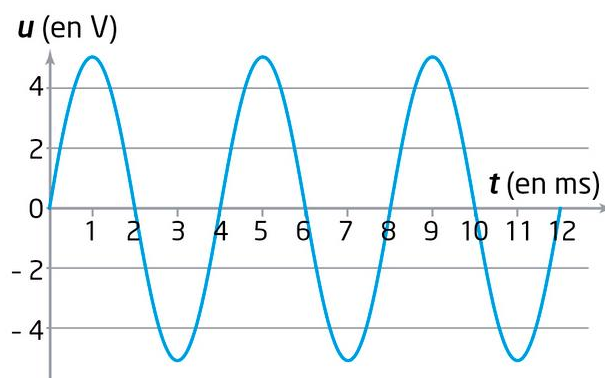
En cours de physique, on réalise un dispositif expérimental pour faire le vide sous une cloche en verre contenant un réveil qui sonne.

- 1) Que constate-t-on quand l'air se raréfie sous la cloche ?
- 2) Comment expliquer cette observation ?


Exercice 3 : Mesurer une période

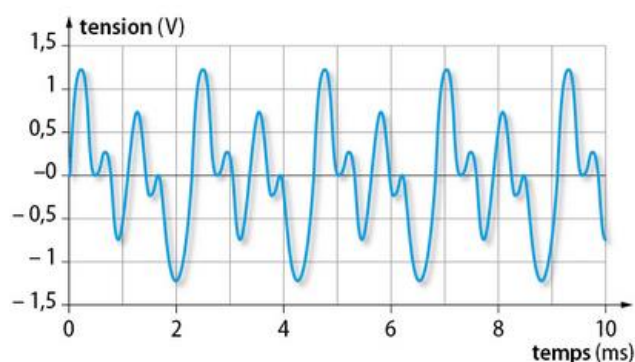
Voici l'enregistrement d'un signal périodique, dont la représentation temporelle est ci-contre :

- 1) Déterminer la période T du signal en utilisant la méthode la plus précise possible. Indiquer les lectures graphiques sur la représentation ci-contre.
- 2) a) En déduire la fréquence f du signal.
b) Est-ce une fréquence correspondant à un son audible pour l'oreille humaine ? Justifier.


Exercice 4 : Enregistrement d'un signal sonore

A l'aide d'un microphone branché à un ordinateur et d'un logiciel de traitement, on peut « visualiser » l'enregistrement d'un signal sonore perçu au niveau du microphone. On observe la courbe ci-contre :

- 1) Peut-on affirmer qu'il s'agit d'un signal sonore périodique ?
- 2) Déterminer la période T du signal en utilisant la méthode la plus précise possible. Indiquer les lectures graphiques sur la représentation ci-contre.
- 3) En déduire la fréquence f du signal.


Exercice 5 : Calculer une valeur de vitesse

Les questions 1 et 2 sont indépendantes :

- 1) Un signal sonore se propage sur une distance $d_1 = 3,0 \text{ m}$ pendant une durée $\Delta t_1 = 1,0 \times 10^{-3} \text{ s}$.
Exprimer puis calculer la vitesse de propagation v_1 de ce signal.
Donner votre résultat en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ et en $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$.
- 2) Un signal sonore se propage sur une distance $d_2 = 5,0 \times 10^{-3} \text{ km}$ pendant une durée $\Delta t_2 = 3,0 \text{ ms}$.
Exprimer puis calculer la vitesse de propagation v_2 de ce signal.
Donner votre résultat en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ et en $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$.

Exercice 6 : Vitesses du son

Le tableau ci-contre renseigne sur les valeurs que peut prendre la vitesse d'un signal sonore suivant le milieu de propagation :

Milieu	Vitesse du son
Air à 0 °C	$v_0 = 330 \text{ m.s}^{-1}$
Air à 20 °C	$v_1 = 340 \text{ m.s}^{-1}$
Eau à 20 °C	$v_2 = 1\,500 \text{ m.s}^{-1}$
Fer à 20 °C	$v_3 = 5\,130 \text{ m.s}^{-1}$

- 1) Quels semblent être les deux paramètres qui influencent la valeur de la vitesse de propagation d'un signal sonore ?
- 2) Pour chacun des trois milieux de propagation à 20 °C, exprimer puis calculer :

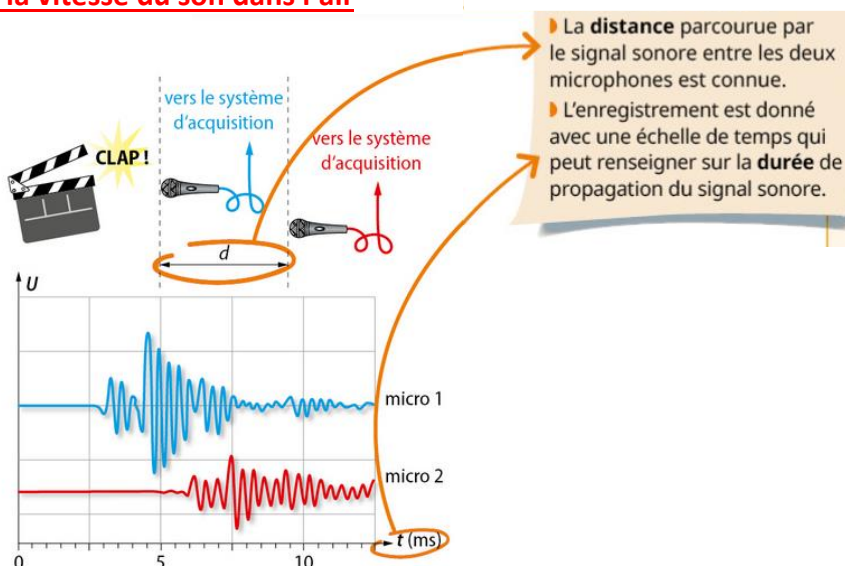
- a) les distances d_1 , d_2 , d_3 parcourues par le signal sonore pendant la durée $\Delta t = 10,0 \text{ s}$.
- b) les durées Δt_1 , Δt_2 , Δt_3 de propagation du signal sonore pour parcourir la distance $d = 1 \text{ km}$.

Exercice 7 : Détermination de la vitesse du son dans l'air

Afin de déterminer la vitesse du son dans l'air, on réalise le dispositif expérimental ci-contre. Les deux microphones sont séparés d'une distance d . On enregistre le signal sonore perçu à l'aide des microphones et d'un logiciel de traitement.

Donnée : $d = 1,00 \text{ m}$.

1. Expliquer ce qui est observé au niveau de l'enregistrement.
2. Déterminer la vitesse du son dans l'air et la comparer à la valeur donnée comme référence qui est de 340 m.s^{-1} à 20 °C.

**Exercice 8 : Comparaison de vitesses de propagation par analyses graphiques**

Pour comparer les vitesses de propagation des ultrasons dans différents milieux, on dispose d'une boîte transparente, étanche, de longueur $L = 1,80 \text{ m}$.

Un générateur de salves ultrasonores (voir AD3, doc 2) alimente l'émetteur. L'émetteur et le récepteur sont reliés aux entrées EA0 et EA1 d'un système d'acquisition informatisé. La distance L entre l'émetteur et le récepteur est initialement fixée à $1,00 \text{ m}$. On lance une acquisition et on déclenche le générateur d'ultrasons.

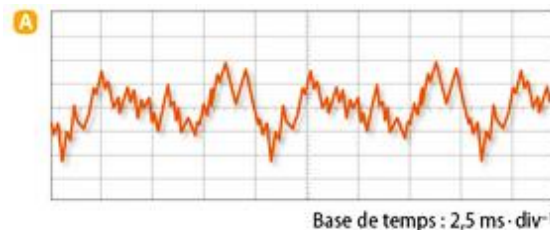
On réalise deux séries de mesures pour pouvoir comparer la vitesse de propagation des ultrasons dans l'air et dans un liquide. Pour différentes valeurs de L , on mesure le retard de l'onde ultrasonore dans l'air τ_{air} et dans un liquide τ_{liq} . Les résultats sont consignés dans le tableau de mesures ci-dessous :

L (en m)	1,60	1,50	1,40	1,20	1,00	0,80	0,60
τ_{air} (en ms)	4,60	4,36	4,06	3,42	2,94	2,28	1,68
τ_{liq} (en ms)	1,08	1,00	0,92	0,80	0,66	0,52	0,40

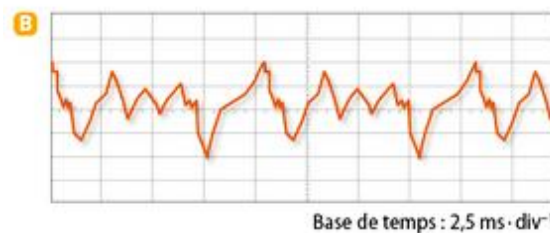
- 1) Réaliser un schéma du dispositif expérimental utilisé.
- 2) Représenter sur deux graphes différents les évolutions de L en fonction de τ_{air} ou τ_{liq} . Pour cela, vous utiliserez deux feuilles de papier millimétré avec chaque feuille en format paysage.
Aide : « L en fonction de τ_{air} ou τ_{liq} » signifie que L est sur l'axe des ordonnées et τ_{air} ou τ_{liq} sur l'axe des abscisses. N'oubliez pas de mettre un titre, les grandeurs et les unités sur chaque axe, ainsi que l'échelle (voir chapitre 0).
Vous pouvez refaire ces deux graphiques à l'aide d'un logiciel numérique.
- 3) Dédire de ces deux représentations graphiques, en justifiant votre démarche, les valeurs des vitesses de propagation des ultrasons dans l'air et dans le liquide, notées v_{air} ou v_{liq} . Exprimer ces vitesses de propagation avec un nombre adapté de chiffres significatifs.
- 4) Comparer les deux vitesses de propagation des ultrasons dans l'air et dans le liquide.
- 5) Comparer la vitesse de propagation des ultrasons dans l'air à celle du son dans l'air.

Exercice 9 : Corde de violoncelle

Un violoncelliste frotte avec son archet l'une des cordes de son instrument de musique appelée « corde de sol ». Le son produit par la corde est enregistré à l'aide d'un microphone branché à un ordinateur. A l'aide d'un logiciel de traitement du son, on visualise le signal sonore enregistré **A**.



Par une autre technique appelée « pizzicato », le violoncelliste pince maintenant la corde de sol pour la mettre en vibration. On visualise alors un signal différent **B**.



L'échelle verticale est la même pour les deux enregistrements.

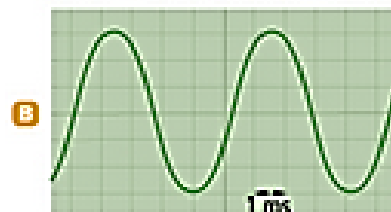
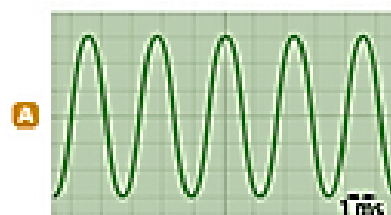
- 1) L'intensité sonore est-elle différente entre ces deux enregistrements ? Justifier la réponse.
- 2) Indiquer si la hauteur du son est modifiée.
- 3) Quelle caractéristique du son a été modifiée ?

Exercice 10 : En avant la musique !

Un musicien possède deux diapasons dont il ne connaît pas la note. A l'aide d'un microphone, il réalise l'acquisition du son de chacun d'eux.

Les tracés obtenus sont ci-contre :

- 1) a) Expliquer l'existence d'un caisson présent parfois sous un diapason.
b) Pourquoi peut-on dire que l'onde sonore issue du diapason est onde périodique ?
- 2) a) Pour chaque signal enregistré, déterminer la période et la fréquence, sachant que l'échelle horizontale est de $1 \text{ ms} \cdot \text{div}^{-1}$.
b) Associer alors à chaque diapason la note correspondante à l'aide du tableau ci-contre :



Note	Fréquence (en Hz)			
	Octave 1	Octave 2	Octave 3	Octave 4
do	65	131	262	523
ré	73	147	294	587
mi	82	165	330	659
fa	87	175	349	698
sol	98	196	392	784
la	110	220	440	880
si	123	247	494	988

Exercice 11 : Passer à l'octave suivante

Le La_3 correspond à un signal sonore de fréquence $f_{La_3} = 440 \text{ Hz}$. La fréquence associée à une note double lorsque la note est à l'octave suivante (voir tableau ci-contre).

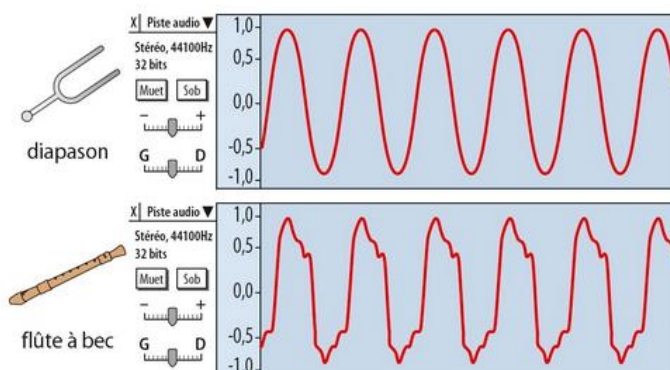


- 1) Déterminer (par le calcul) la fréquence d'un La_4 .
- 2) Montrer (par le calcul) que les fréquences 395 Hz et 98 Hz peuvent être associées à une même note à des octaves différentes.

Exercice 12 : Et pourtant, c'est la même note

On enregistre la même note, mais jouée par deux instruments de musique différents. Un logiciel d'acquisition nous permet de les comparer.

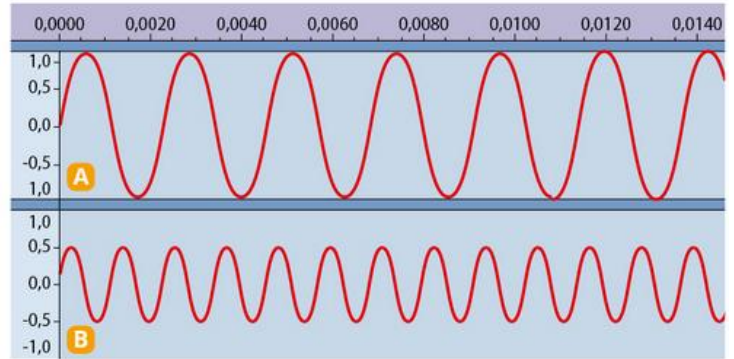
- 1) Pourquoi dit-on que ces deux sons ont la même hauteur mais qu'ils ont un timbre différent ?
- 2) Ont-ils la même intensité sonore ?



Exercice 13 : Enregistrements de sons

On enregistre deux sons. Un logiciel d'acquisition nous permet de les comparer sur l'enregistrement ci-contre :

- 1) Lequel des deux sons est le plus aigu ? Justifier.
- 2) Lequel des deux sons a une intensité sonore plus élevée ? Justifier la réponse.
- 3) Sachant que ce sont des sons audibles, dans quel domaine de fréquences se situent-ils ?

**Exercice 14 : Echelle de niveaux d'intensité sonore**

Le schéma ci-contre représente une échelle de niveaux d'intensité sonore.

- 1) Quelle est l'unité et le symbole de cette grandeur ?
- 2) Y a-t-il un lien avec l'intensité sonore ? Quelle différence fait-on ?
- 3) A quel objet correspond le son au seuil de danger ?
- 4) Rappeler les risques lorsque cette grandeur est trop importante.
- 5) Citer un ou deux exemples de protections qui permettent de protéger les oreilles du bruit en diminuant les nuisances sonores.

