



## EXPÉRIENCE

## ONDES STATIONNAIRES ET VITESSE DU SON

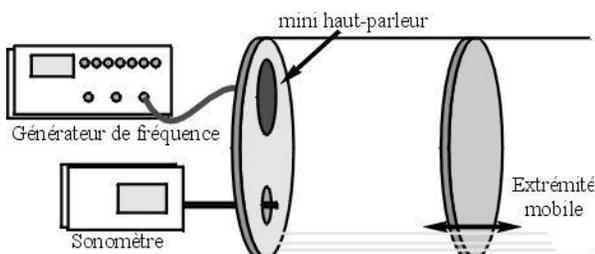
### MATÉRIEL

- Tube gradué muni d'un haut-parleur
- Générateur d'onde
- Sonomètre en décibels

### MONTAGE

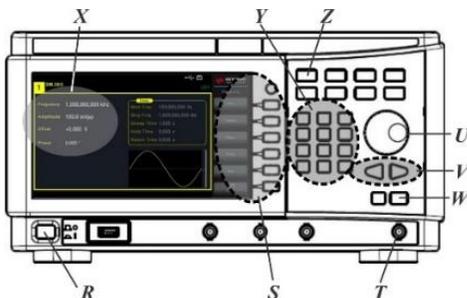
Vous disposez d'un tube fermé à ses deux extrémités. À l'une des extrémités est fixé un petit haut-parleur et une ouverture est pratiquée dans la paroi afin de pouvoir y introduire le microphone du sonomètre, appareil qui servira à mesurer le niveau sonore. L'autre extrémité est mobile; vous pouvez donc ajuster la longueur du tube.

Le fait que le tube soit fermé aux deux extrémités fait qu'il se comporte comme s'il était ouvert aux deux extrémités, c'est-à-dire qu'il comporte un nombre entier de ventres plutôt qu'un nombre demi-entier. L'équation qui décrit le comportement des ondes sonores est donc :  $f_n = \frac{nv}{2L}$ .



Ce ne sont pas toutes les fréquences qui peuvent produire une onde sonore stationnaire à l'intérieur d'un tube d'une longueur donnée. Seulement certains modes de vibrations (ou harmoniques) produiront par résonance un son d'une plus grande intensité. L'air que contient le tube entre alors en résonance.

### Ajustement du générateur de fréquence



Après avoir mis l'appareil sous tension (bouton R) et activé la sortie du signal (W), on doit ajuster la fréquence à 2 000 Hz et l'amplitude de départ à 4 volts.

On peut ajuster les paramètres avec la molette (U), mais on y parvient plus directement à l'aide du clavier numérique (Y) : d'abord, confirmez dans la zone S le type d'onde souhaité,

une onde sinusoïdale, en sélectionnant « sine ». Vous accéderez alors au choix des paramètres à ajuster.

Appuyez sur « Fréquence » (toujours dans la zone S) et utilisez le clavier numérique pour entrer « 2 », et choisissez ensuite les unités « kHz » (donc 2 000 Hz). Appuyez sur « Amplitude » pour entrer « 8 » via le clavier, et « Vpp » pour les unités (*volts peak to peak* : une amplitude conventionnelle de 4 V correspond à un écart « crête à crête » de 8 V). L'amplitude (l'intensité du son) pourra être augmentée ou réduite au besoin : on veut une intensité assez grande pour que le capteur permette de distinguer les modes de résonance, alors qu'un son trop fort pourrait dépasser le domaine de sensibilité du sonomètre et empêcher de pouvoir localiser finement la position d'un nœud, en plus d'être plus déplaisant sans utilité.

Remarque : L'incertitude sur la fréquence est infime comparée aux autres facteurs, alors considérez 0 si vous devez l'inclure dans des calculs.

### Ajustement du sonomètre

Le sonomètre permet de mesurer le niveau sonore en décibels du son capté par son micro. Mettez simplement l'appareil sous tension et après quelques secondes d'initialisation, il donnera le niveau capté en décibels.



### MANIPULATIONS

Avec la fréquence ajustée à 2 000 Hz. Introduisez le microphone du sonomètre dans l'ouverture du tube à l'extrémité fixe. Déplacez ensuite l'extrémité mobile d'un bout à l'autre du tuyau. Remarquez, autant à l'oreille qu'à l'aide du sonomètre, que certaines longueurs du tube génèrent un son plus intense. Ce sont les longueurs qui correspondent aux différents harmoniques.

Si le sonomètre affiche « HI », c'est que le son est trop intense et dépasse le niveau maximal mesurable par l'appareil. Réduisez alors l'amplitude du signal sur le générateur d'onde.

### Détermination de la longueur d'onde

Maintenez la fréquence à 2 000 Hz et, à partir d'une position proche de l'extrémité fixe, allongez le tube (déplacez le bouchon) et notez toutes les longueurs pour lesquelles le sonomètre vous donne un maximum d'intensité. Ce sont les longueurs pour lesquelles 2 000 Hz est une fréquence harmonique. (Vous ne remplirez pas nécessairement toutes les lignes du tableau.)

Attention : évitez de relever un maximum d'intensité pour une longueur inférieure à 3 cm. Il y a mathématiquement un maximum quand le bouchon est collé sur le haut-parleur et le micro, mais ce n'est pas autant une longueur résonante qu'une

situation où le son du haut-parleur revient directement au micro (par écho) sans subir l'atténuation de la distance.

Répétez ces mesures pour une fréquence de 1 000 Hz.

Présentez vos mesures dans le tableau suggéré et déduisez-en la valeur de la longueur d'onde. Des graphiques permettront de déterminer la vitesse du son pour les deux situations. Déterminez si le phénomène justifie une droite passant par l'origine et faites votre graphique en conséquence. Analysez la pente du graphique pour en retirer l'information de la vitesse du son.

La vitesse du son étant liée à la température de la pièce, relevez la température ( $T_C$  en degrés Celsius) de la pièce grâce au thermomètre disponible (cela servira à calculer la valeur de référence de vitesse du son).

**Tableau 1 : Les harmoniques d'un tuyau fermé-fermé pour des fréquences de 2 000 Hz et 1000 Hz**

Mode de vibration ( $n$ )	Longueur (2000 Hz)	Longueur (1000 Hz)
-	m	m
-	$\pm$	$\pm$
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
...		

$T_C = \underline{\hspace{2cm}} \pm \underline{\hspace{1cm}}$

## ANALYSE / À REMETTRE

- Page couverture;
- Tableau et graphique appropriés (un seul graphique contiendra les deux séries de données);
- Détermination de la vitesse de l'onde sonore à partir des pentes du graphique (2 calculs distincts);
- Détermination de la vitesse du son à partir de la température de la pièce (valeur de référence);
- Déterminez l'incertitude sur les vitesses expérimentales via l'incertitude sur les pentes\* (en ajoutant sur le graphique les barres d'incertitude et en traçant les droites de pente minimale et maximale);
- Calculez l'écart expérimental des 2 valeurs expérimentales (via les deux droites) avec la valeur de référence.  
Remarque : en l'absence d'incertitudes, conservez un nombre de chiffres significatifs qui permet de percevoir la distinction entre les valeurs.
- Comparaison graphique des résultats avec la référence (1 seul graphique avec les trois valeurs).
- Discussion\*\* sur les résultats/écarts obtenus ( $\approx 1/2$  page, si interligne 1½ & 10pts).
- Date de remise : \_\_\_\_\_

- \*Pour des documents de rappel sur l'incertitude sur la pente et la comparaison graphique de valeurs avec incertitudes, consultez [csfoy.ca/profs/maverreault/LABS.htm](http://csfoy.ca/profs/maverreault/LABS.htm)
- \*\*Pour connaître le contenu habituel d'une discussion consultez en ligne « normes du département de physique » : [cegep-ste-foy.qc.ca/profs/maverreault/Fichiers/GuideRapport.pdf](http://cegep-ste-foy.qc.ca/profs/maverreault/Fichiers/GuideRapport.pdf)