Banc d'étude des ondes sonores 06066

NOTICE

Retrouvez l'ensemble de nos gammes sur : www.pierron.fr

PIERRON
ÉQUIPEMENT PÉDAGOGIQUE SCIENTIFIQUE

PIERRON - ASCO & CELDA • CS 80609 • 57206 SARREGUEMINES Cedex • France
Tél. : 03 87 95 14 77 • **Fax :** 03 87 98 45 91
E-mail : education-france@pierron.fr

Présentation

1 - Introduction

Ce banc vous permettra d'étudier les phénomènes sonores tels que la propagation, la périodicité et la vitesse du son dans l'air. Nous avons disposé un haut-parleur dans un tube transparent. À l'intérieur de ce tube, coulisse une tige à l'extrémité de laquelle nous avons placé un microphone. Le son qui sera émis par le haut-parleur dans le tube sera ainsi capté par le microphone et le signal pourra être retranscrit sur un oscilloscope. Un dispositif permet d'éviter que la tige n'entre en contact avec le haut-parleur et ne le détériore. Les expériences peuvent être réalisées lorsque le tube est fermé ou lorsqu'il est ouvert.
Le banc dispose de 2 pieds assurant une parfaite stabilité.

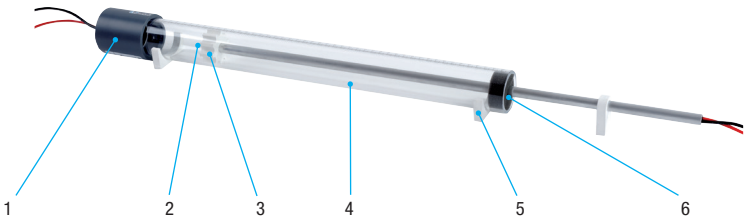
2 - Contenu de l'emballage

- Un banc d'étude des ondes sonores
- Une notice

Caractéristiques

- Haut-parleur : Ø 50 mm - 8 Ω / 0,25 W
- Microphone : Ø 25 mm - 300 Ω
- Tube en plexiglas transparent : Ø 50 mm - longueur : 550 mm
- Distance micro/haut-parleur réglable : entre 0 et 500 mm
- Connexion du haut-parleur : douilles double puits Ø 4 mm
- Connexion du microphone : prise Jack mâle Ø 3,5 mm

Descriptif



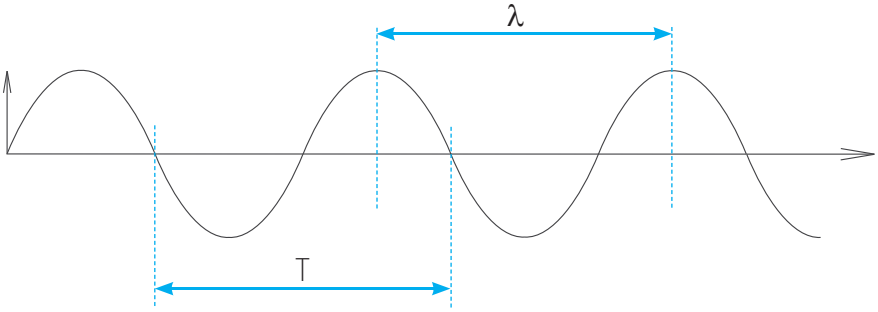
(1) : Haut-parleur
(2) : Microphone
(3) : Guide
(4) : Tube guide d'onde
(5) : Pied support
(6) : Obturateur en mousse amovible

1 - Définitions

Les variations de pression des courbes d'air créées par les vibrations d'une membrane de haut-parleur, ou de cordes vocales se déplacent dans l'air tridimensionnel dans la direction de la propagation. On dit que c'est **une onde longitudinale**. Elle peut donc se propager dans d'autres milieux que l'air, à savoir les liquides et les solides. Le microphone, ou l'oreille, est constitué de membranes reproduisant ces vibrations.

La longueur d'onde est la distance parcourue par l'onde avec une célérité **c** pendant une période **T** :

$$\lambda = c.T \text{ où } T = \frac{1}{f}$$

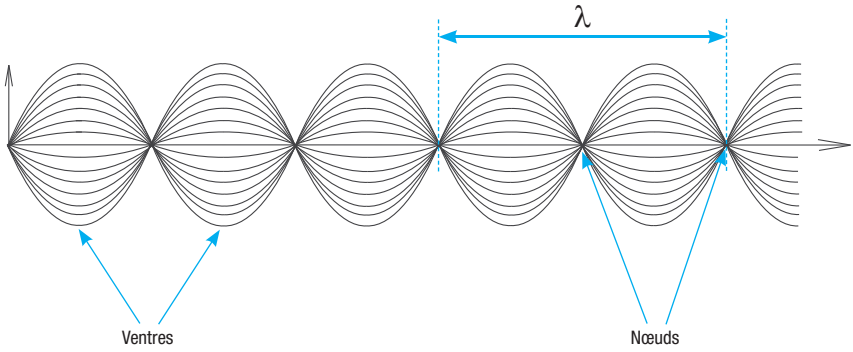


Rappel sur les ondes stationnaires :

Lorsqu'une onde est produite dans un milieu fini, elle se propage jusqu'à ce qu'elle rencontre la frontière du milieu où généralement l'onde est réfléchie.

Si les ondes sont produites de manière continue, le milieu va rapidement s'emplir d'ondes qui se propagent dans un sens ou dans l'autre. Ces ébranlements qui se superposent sont appelés **ondes stationnaires**.

Lorsque 2 ondes stationnaires de même longueur d'onde et de même amplitude se rencontrent, il se crée des ventres (où la résultante est maximale) et des nœuds (où la résultante est nulle) : les points situés entre 2 nœuds oscillent en phase, chacun avec une amplitude qui lui est propre.



Dans le cas d'ondes sonores sinusoïdales, là où la pression est maximale, le déplacement des atomes est nul. Au contraire, lorsque la pression acoustique est nulle, le déplacement des atomes est maximal. Ainsi, à un ventre de pression correspond un nœud de déplacement et à un ventre de déplacement correspond un nœud de pression.

Cas d'un tube fermé à ses 2 extrémités :

L'une des extrémités est une membrane vibrante (le haut-parleur), l'autre est une paroi (obturateur en mousse). Lorsque la membrane va osciller, elle va exciter la colonne d'air contenue dans le tube et une onde va se propager à l'intérieur du tube vers la paroi. Au niveau de la paroi, l'onde sera réfléchie et se propagera vers la membrane. De même, lorsque l'onde arrivera au niveau de la membrane, elle sera à nouveau réfléchie et se propagera de nouveau vers la paroi, etc.

Nous allons chercher les conditions à respecter pour que l'onde réfléchie 2 fois soit en phase avec l'onde initiale.

Les données sont les suivantes :

- ❒ Le tube à une longueur **L**.
- ❒ La vitesse de propagation de l'onde est **c** (c-à-d la vitesse du son dans l'air).
- ❒ La longueur d'onde est λ (c-à-d que l'onde a parcouru une distance de λ mètres pendant une période).

La distance parcourue par l'onde réfléchie 2 fois est **2L** (un aller-retour). Le temps mis par l'onde pour parcourir cette distance est donc :

$$t = \frac{2L}{c} \qquad (1)$$

Pour que les 2 ondes soient en phase, il faut que le temps mis par l'onde réfléchie 2 fois soit égale à la période de l'onde initiale soit :

$$t = \frac{2L}{c} = T \qquad (2)$$

En utilisant la relation (1) liant la longueur d'onde à la période, on peut écrire la relation (2) sous la forme :

$$L = \frac{\lambda}{2}$$

D'une manière plus générale, on dira que l'onde réfléchie est en phase avec l'onde émise, si le temps de l'aller-retour est un multiple entier de la longueur de l'onde :

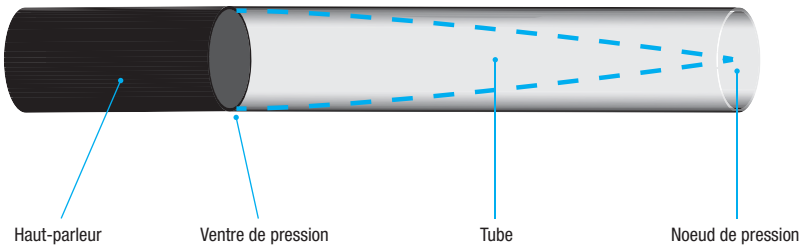
$$L = \frac{1}{2} N.\lambda \qquad (3)$$

où **N** est un nombre entier.

On parlera alors de modes de vibrations. Chaque mode de vibration possède une longueur d'onde qui lui est propre et qui est définie par la relation (3). Ainsi, la longueur d'onde du Nième mode vaut $\lambda_N = \frac{2L}{N}$.

Cas d'un tube ouvert à une de ses 2 extrémités :

Dans ce cas de figure, au niveau de l'ouverture, la pression acoustique est nulle : les molécules de l'air peuvent se déplacer librement, et cette extrémité est donc un ventre de déplacement (ou un nœud de pression).
Le haut-parleur étant un ventre de pression (nœud de déplacement), le tube ouvert peut être caractérisé par cette représentation :



La longueur d'onde étant la distance que l'onde a parcourue pendant une période (cf. Fig. 3), la distance entre 2 nœuds ou 2 ventres vaut donc $\frac{\lambda}{2}$.

Pour que le tube corresponde à la figure ci-dessus, il faut que sa longueur soit égale à la distance séparant un nœud d'un ventre c'est-à-dire : $L = \frac{\lambda}{4}$.

D'une manière générale, pour un tube avec une seule extrémité ouverte, les modes sont tels que :

$$L = \frac{1}{4} N.\lambda$$

où **N** est un nombre entier.

2 - Mesure de la célérité du son dans l'air

2.1. Matériel nécessaire

- Un banc d'étude des ondes sonores, réf. 06066
- Un générateur de fonction, réf. 04729
- 2 adaptateurs BNC-Bananes, réf. 02306
- Un oscilloscope double trace, réf. 01127

2.2. Mode opératoire

- Raccorder le microphone à la voie Y ou B de l'oscilloscope.
- Raccorder le haut-parleur à la sortie amplifiée du GBF.
- Régler le GBF sur 1 500 Hz.
- Positionner l'amplitude de la voie B sur le calibre minimum.
- Sélectionner une base de temps adéquate.

On observe un signal sur l'écran de l'oscilloscope.

- Approcher le microphone du haut-parleur.
- Lorsque le signal observé est à un maximum et que le micro est très proche du haut-parleur, repérer la distance entre l'émetteur et le récepteur et la noter « d1 ».
- Éloigner le micro du haut-parleur tout en observant l'amplitude du signal qui diminue puis qui augmente à nouveau.
- À son premier maximum nous sommes à $\lambda/2$ (vous pouvez repérer la distance entre l'émetteur et le récepteur et notez-la « d2 »).
- Éloigner encore le micro du haut-parleur jusqu'au prochain maximum et repérer la distance entre l'émetteur et le récepteur « d3 ».

Le calcul (d3 – d1) nous donne λ et (d2 – d1) = $\lambda/2$. En appliquant la formule $\lambda = cT$, nous obtenons l'expression de la célérité du son en fonction de la fréquence :

$$c = \lambda.f$$

Dans l'expérience, f = 1 500 Hz et la longueur d'onde λ étant la distance séparant les maximas 3 et 1, on aura :

$$c = [(d3 - d1) \times 1\,500]\ ms^{-1}$$

Note : Le résultat de ce calcul doit être proche de la valeur théorique, à savoir 345 ms^{-1}.

2.3. Autre méthode :

- Faire apparaître les signaux « Émetteur » et « Récepteur » sur l'écran de l'oscilloscope. Pour cela il suffit de brancher le GBF à la voie X ou A.
- Déplacer le micro jusqu'à ce que les deux signaux observés soient en phase (choisir f = 1 500 Hz).
- Repérer cette position, puis continuer à déplacer le micro.
- Lorsque les 2 signaux sont une nouvelle fois en phase, on calcule $c = (\Delta d \times 1\,500)\ ms^{-1}$, puisque la distance séparant deux phases est la longueur d'onde du signal sonore.

■ Entretien

Aucun entretien particulier n'est nécessaire au fonctionnement de votre appareil.
Toutes les opérations de maintenance ou de réparation doivent être réalisées par PIERRON - ASCO & CELDA. En cas de problème, n'hésitez pas à contacter le Service Clients.

■ Garantie

Les matériels livrés par PIERRON - ASCO & CELDA sont garantis, à compter de leur livraison, contre tous défauts ou vices cachés du matériel vendu. Cette garantie est valable pour une durée de 2 ans après livraison et se limite à la réparation ou au remplacement du matériel défectueux. La garantie ne pourra être accordée en cas d'avarie résultant d'une utilisation incorrecte du matériel.
Sont exclus de cette garantie : la verrerie de laboratoire, les lampes, fusibles, tubes à vide, produits, pièces d'usure, matériel informatique et multimédia.
Certains matériels peuvent avoir une garantie inférieure à 2 ans, dans ce cas, la garantie spécifique est indiquée sur le catalogue ou document publicitaire.
Le retour de matériel sous garantie doit avoir notre accord écrit.
Vices apparents : nous ne pourrons admettre de réclamation qui ne nous serait pas parvenue dans un délai de quinze jours après livraison au maximum. À l'export, ce délai est porté à un mois.
La garantie ne s'appliquera pas lorsqu'une réparation ou intervention par une personne extérieure à notre Société aura été constatée.

ÉQUIPEMENT PÉDAGOGIQUE SCIENTIFIQUE

PIERRON - ASCO & CELDA
CS 80609 • 57206 SARREGUEMINES Cedex • France
Tél. : 03 87 95 14 77
Fax : 03 87 98 45 91
E-mail : education-france@pierron.fr