

TP : VIBRATION D'UNE COLONNE D'AIR

Programme	: <i>Enseignement de spécialité - B2.2 Vibration d'une colonne d'air.</i>
Commentaires	: <i>Toute expression mathématique de l'onde progressive sinusoïdale est hors programme. La réalisation d'un montage expérimental d'ondes stationnaires dans une colonne d'air a pour but de détecter les nœuds et les ventres de pression avec un micro à électret.</i>

OBJECTIFS :

Après avoir étudié la fréquence du son fondamental émis par des colonnes d'air de longueurs différentes, nous nous proposons de trouver les fréquences d'excitation pour lesquelles l'émission sonore d'un tuyau est intense et de déterminer pour une de ces fréquences comment varie l'amplitude de vibration captée le long de la colonne d'air.

I - MISE EN VIBRATION DE L'AIR DANS UNE COLONNE D'AIR

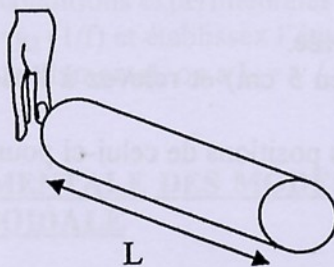
A - Etat vibratoire d'un tuyau ouvert

a - Matériel :

- Tuyaux PVC de plomberie (diamètre externe 32 mm, interne 26 mm) de diverses longueurs.
- Micro à électret.
- Logiciel d'acquisition de données (logiciel LABO).

b - Manipulations

L'excitation de la colonne d'air doit se faire par un système générant toutes les fréquences afin de montrer la sélection des fréquences qu'elle émet. Un choc répond à ce cahier des charges c'est pourquoi, en frappant avec un doigt l'extrémité du tuyau, les 2 extrémités restantes ouvertes, un son d'une certaine hauteur est entendu.



En changeant la longueur du tuyau, on produit des sons d'autant plus graves que le tuyau est long. L'utilisation du micro à électret et du système d'enregistrement permet d'obtenir la fréquence du fondamental du son émis.

On utilise le logiciel LABO en reliant le micro sur la voie 1 avec les paramètres suivants :

Réglage : $\Delta t = 0,05$ ms

Nombre de points = 400

Synchronisation sur la voie 1 à 0,1V en seuil ascendant

c – Mesures

1. Pour chaque tuyau de longueur différente, enregistrez le signal sonore émis à l'extrémité de la colonne d'air après excitation et en utilisant les outils du logiciel, déterminez la période T et la fréquence f du signal obtenu correspondant au fondamental.
2. Complétez le tableau suivant :

Longueur du tuyau L (m)	0,166	0,221	0,332	0,664
Fréquence du fondamental f (Hz)				
$1/f$ (s)				

3. Tracez la courbe $L = g_1 (1/f)$ et établissez l'équation cartésienne de la droite obtenue.
4. Sachant que pour le fondamental, on a $L = v / 2f$, déterminez la vitesse du son dans l'air.

B - Etat vibratoire d'un tuyau fermé

a – Manipulations

En frappant l'extrémité du tuyau avec la paume de la main, cela correspond à une seule extrémité fermée. Le son produit n'est alors plus le même ; il est plus grave. En réalisant les mêmes manipulations que précédemment, refaire le tableau de mesures.

b – Mesures

Longueur du tuyau L (m)	0,166	0,221	0,332	0,664
Fréquence du fondamental f (Hz)				
$1/f$ (s)				

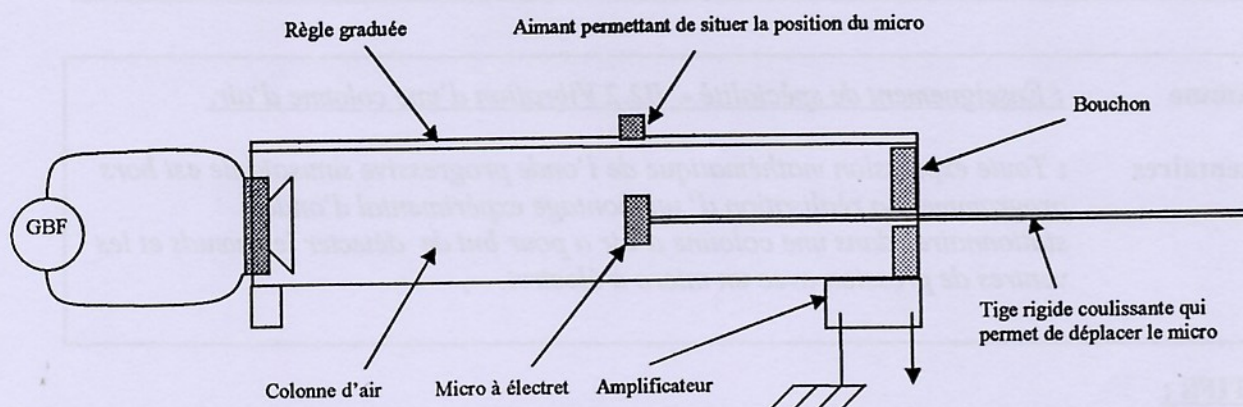
1. Quelle conclusion pouvez-vous donner en comparant les fréquences obtenues avec le même tuyau dans les deux conditions expérimentales ?
2. Tracez la courbe $L = g_2 (1/f)$ et établissez l'équation cartésienne de la droite obtenue.
3. Sachant que pour le fondamental, on a $L = v / 4f$, déterminez la vitesse du son dans l'air.

II – ETUDE EXPERIMENTALE DES MODES PROPRES D'UNE COLONNE D'AIR PAR EXCITATION SINUSOIDALE

A – Recherche des modes propres

a – Matériel et montage :

- Colonne d'air (CRDP) avec haut parleur et micro à électret mobile dans la colonne.
- Oscilloscope.



b – Manipulations

L'excitation sinusoïdale de la colonne d'air est réalisée à une extrémité par un haut-parleur et on détecte la vibration en différents points de la colonne avec le micro mobile. Un tel micro est très sensible aux variations de la pression.

Dans cette première manipulation, pour rechercher les modes de vibration de la colonne d'air, on place le micro de façon à ce qu'il affleure tout juste à la surface du bouchon. Ainsi, la détection se fait à un ventre de pression imposé par la surface du bouchon et du micro.

On fait varier la fréquence du signal donné par le GBF et on recherche les fréquences pour lesquelles l'amplitude est maximale au niveau du micro. On détermine ainsi les modes propres.

c – Mesures

1. Déterminez ainsi les 6 premières valeurs.
2. Dans quel rapport sont ces fréquences avec la plus faible d'entre elles ?

B – Etude de la variation de l'amplitude de vibration le long de la colonne pour un des modes propres.

a – Manipulations

Régalez la fréquence du GBF sur la 3^{ème} valeur trouvée.

Déplacez le micro à électret de 0 à L (de 5 cm en 5 cm) et relevez à l'oscilloscope la valeur de l'amplitude.

Pendant le déplacement du micro, relevez aussi les positions de celui-ci pour lesquelles l'amplitude est soit maximale soit minimale.

b – Mesures et résultats

1. Tracez sur un graphe l'évolution de l'amplitude en fonction de la distance haut-parleur - micro.
2. Déterminez d'après ce graphe, la valeur de la longueur d'onde du son émis et calculez la vitesse du son.
3. Le graphe obtenu est-il en accord avec la fréquence d'excitation utilisée ?

L'amplificateur du micro (Boîtier bleu) est alimenté par une pile 9V
Type F22 (non fournie).

Le gain de l'amplificateur peut être réglé par un tournevis plat (2.2mm) orifice accessible sous le boîtier.