

BUT

- Étudier le son produit par une corde
- Étudier les modes propres de vibration d'une colonne d'air contenue dans un tube (ou tuyau)

I. PRÉSENTATION D'UN INSTRUMENT À VENT

- La clarinette est un instrument à vent. Le souffle du musicien dans le **bec** et le **corps** de l'instrument met en vibration une lame mince de roseau appelée **anche**.
- Les **vibrations de l'anche** sont transmises à la **colonne d'air** dans le **corps** de l'instrument. C'est le **corps** de la clarinette qui joue le rôle de **caisse de résonance**.
- En changeant la longueur de la colonne d'air à l'aide de **clefs métalliques**, le musicien peut modifier la fréquence des vibrations.

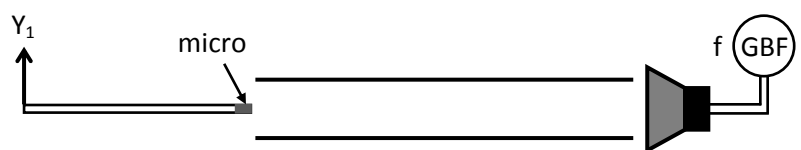
**II. ÉTUDE D'UNE FLÛTE À BEC**

Étudions le son produit par une flûte à bec lorsqu'elle oscille librement.

- On joue une note à la flûte et on enregistre le signal reçu par le microphone.
 1. Le son produit par la flûte est-il pur ? Pourquoi ?
 2. Mesurer la période T_1 (en s) des oscillations. En déduire la fréquence f_1 du son produit.
- Réaliser l'analyse de FOURRIER de l'enregistrement
 3. Quelles sont les valeurs des premières fréquences qui apparaissent dans le spectre ? Comparer ces fréquences avec la fréquence f_1 .

III. ÉTUDE D'UN TUYAU OUVERT**a. OSCILLATIONS FORCÉES**

- On réalise le montage ci-contre : un **GBF** alimente un haut-parleur avec une tension sinusoïdale de fréquence réglable f avec le bouton amplitude à mi-course.



Le GBF **force** l'air du tube, **ouvert aux deux extrémités**, à vibrer longitudinalement : la colonne d'air est alors soumise à des **oscillations forcées**.

- Un micro explorateur (alimenter à l'aide d'une tension continue voisine de 6 V), **sensible à la pression**, est relié à un oscilloscope (voie Y_1). Il détecte des variations locales de pressions ΔP par rapport à la pression atmosphérique moyenne P_a : la pression de l'air en un point de la colonne d'air est $P = P_a + \Delta P$. Un maximum de tension correspond à un maximum de ΔP et un minimum de tension correspond à un minimum de ΔP .
- Dans les **zones de haute pression** (ΔP maximal) l'air vibre très peu : ainsi à un **ventre de pression** de l'air correspond à un **nœud de vibration** de l'air. Inversement à **nœud de pression** de l'air correspond à un **ventre de vibration** de l'air.

b. RECHERCHE DES MODES PROPRES DE VIBRATION DE LA COLONNE D'AIR

- Augmenter la fréquence f du GBF à partir de la valeur nulle, et relever les fréquences pour lesquelles la colonne d'air émet un **son intense**. On pourra s'aider de l'amplitude du signal observé à l'oscilloscope.

	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5
Fréquence (Hz)					
Mode de vibration					

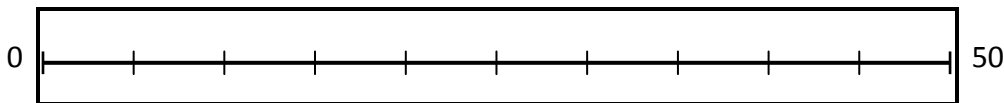
4. Calculer les rapports : $\frac{f_2}{f_1}$, $\frac{f_3}{f_1}$, $\frac{f_4}{f_1}$ et $\frac{f_5}{f_1}$. Comparer ces valeurs à f_1 .

5. Quelle relation simple existe-t-il entre la fréquence f_n de l'harmonique de rang n et la fréquence f_1 du fondamental ?

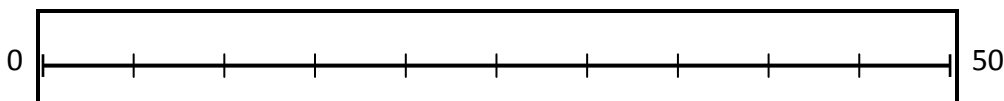
C. RECHERCHE DES POSITIONS DES VENTRES ET NŒUDS DE PRESSION

→ Pour la fréquence f_3 , déplacer le micro dans le tube et relever les positions des ventres et nœuds de pression.

Position des nœuds de pression (cm)			
Position des ventres de pression (cm)			



Ventres et nœuds de pression de l'air



Ventres et nœuds de vibration de l'air

- Schématiser la position des nœuds et des ventres **de pression** dans le tube d'air puis la position des ventres et nœuds de **vibration de l'air** sur les schémas ci-dessus.
- Quelle est la distance moyenne entre deux nœuds successifs ? Entre deux ventres consécutifs ? Comparer cette distance moyenne d à $L/3$ ($L = 50$ cm). Généraliser les résultats à l'harmonique de rang n .
- La célérité du son est $V = 340$ m.s⁻¹. Quelle est la longueur d'onde du son dans le tube ? Quelle relation existe-t-il entre d et λ ?

IV. ÉTUDE D'UN TUYAU FERMÉ À L'UNE DES EXTRÉMITÉS

a. DISPOSITIF

→ C'est le même dispositif que pour l'étude précédente mais cette fois-ci, l'une des extrémités du tuyau (celle du haut-parleur) est fermée. L'étude peut se faire à l'oreille.

b. RECHERCHE DES MODES PROPRES DE VIBRATION DE LA COLONNE D'AIR

→ Augmenter la fréquence f du GBF à partir de la valeur nulle, et relever les fréquences pour lesquelles la colonne d'air émet un **son intense**. On pourra s'aider de l'amplitude du signal observé à l'oscilloscope.

	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5
Fréquence (Hz)					
Mode de vibration					

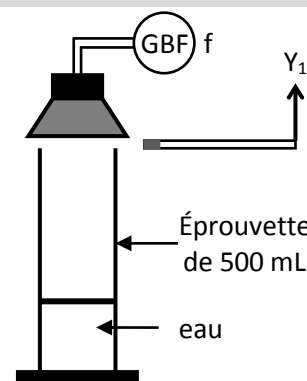
9. Calculer les rapports : $\frac{f_2}{2}$, $\frac{f_3}{3}$, $\frac{f_4}{4}$ et $\frac{f_5}{5}$. Comparer ces valeurs à f_1 .

10. Les conclusions sont-elles identiques à celles du tuyau ouvert ? Quelles sont les différences ?

V. INFLUENCE DE LA LONGUEUR DE LA COLONNE D'AIR

a. DISPOSITIF

→ Le haut-parleur alimenté par le GBF est placé au-dessus de l'ouverture d'une éprouvette graduée de 500 mL. On modifie la longueur L de la colonne d'air en remplissant plus ou moins l'éprouvette avec un liquide (de l'eau).



b. RECHERCHE DE LA FRÉQUENCE DU FONDAMENTAL

→ Pour différentes valeurs du niveau d'eau, mesurer L , la longueur de la colonne d'air et déterminer f_1 , la fréquence du fondamental.

→ Remplir le tableau suivant :

Niveau d'eau	0	100	200	300	400	500
L (m)						
f_1 (Hz)						
$T_1 = 1/f_1$ (s)						

11. Que remarque-t-on ?

→ Tracer la courbe de la période du fondamental en fonction de la longueur du tuyau : $T_1 = f(L)$.

12. Que peut-on en conclure ? Quelle est la relation entre T_1 et L ? En déduire la relation entre f_1 et L .