

VITESSE DU SON DANS L'AIR.

On désire mesurer la vitesse des ondes sonores dans l'air. Pour cela, on utilise plusieurs méthodes.

1. Méthode des microphones.

Le son émis par le haut-parleur est capté par les deux microphones M_1 et M_2 branchés sur les voies Y_A et Y_B de l'oscilloscope selon le montage de la figure 1 ci-dessous.

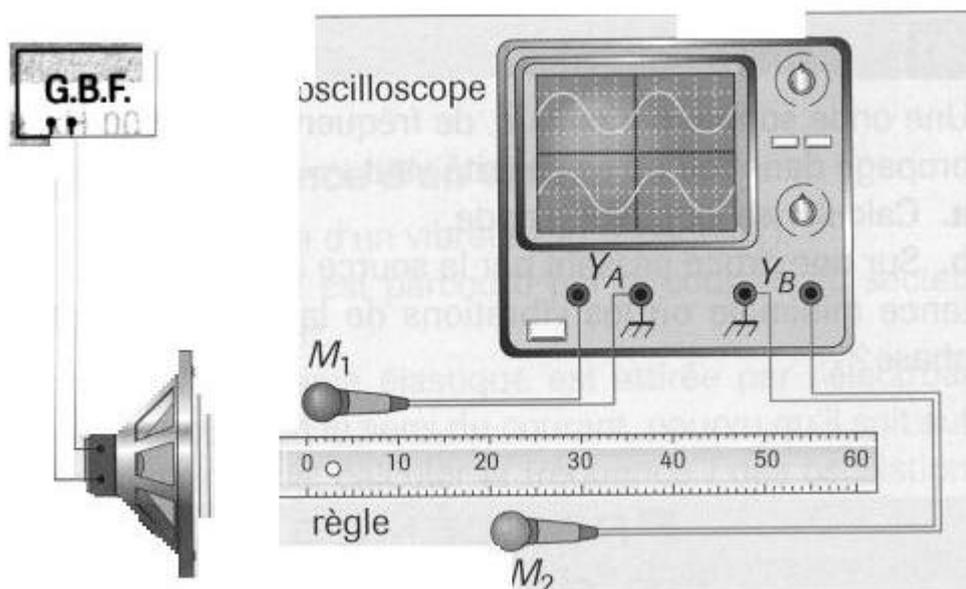


fig.1

1.1 Quelle est la nature de l'onde sonore qui se propage ?

1.2 Calculer la fréquence du son capté par les microphones sachant que la vitesse de balayage est de 0,1 ms/div.

Les abscisses x_1 et x_2 des deux microphones sont repérées sur la règle. Quand $x_1 = x_2 = 0$, les deux courbes observées sur l'oscilloscope sont en phase (voir la figure 1). On laisse le microphone en M_1 et on déplace lentement le microphone M_2 . On relève l'abscisse x_2 de ce microphone à chaque fois que les courbes sur l'oscilloscope sont de nouveau en phase. Les positions correspondantes sont données dans le tableau ci-dessous :

Position n°	1	2	3	4	5
Abscisse x_2 (cm)	17,0	34,0	51,0	68,0	85,0

1.3 Quelle valeur de la longueur d'onde de l'onde sonore peut-on déduire de ces mesures ?

1.4 Quelle est la célérité du son dans l'air à la température où sont effectuées les mesures ?

1.5 Si on change la fréquence du GBF, la célérité V du son change-t-elle ? Pourquoi ?

1.6 Serait-il possible de réaliser ces mesures avec ce montage, mais avec un seul microphone ? Si oui, décrire l'expérience.

2. Méthode du clap sonore.

On enregistre, à l'aide d'un oscilloscope à mémoire, les tensions délivrées par deux microphones M_A et M_B situés à une distance $d = AB$ (voir figure 2 ci-dessous). Le bruit engendré est réalisé avec un clap.

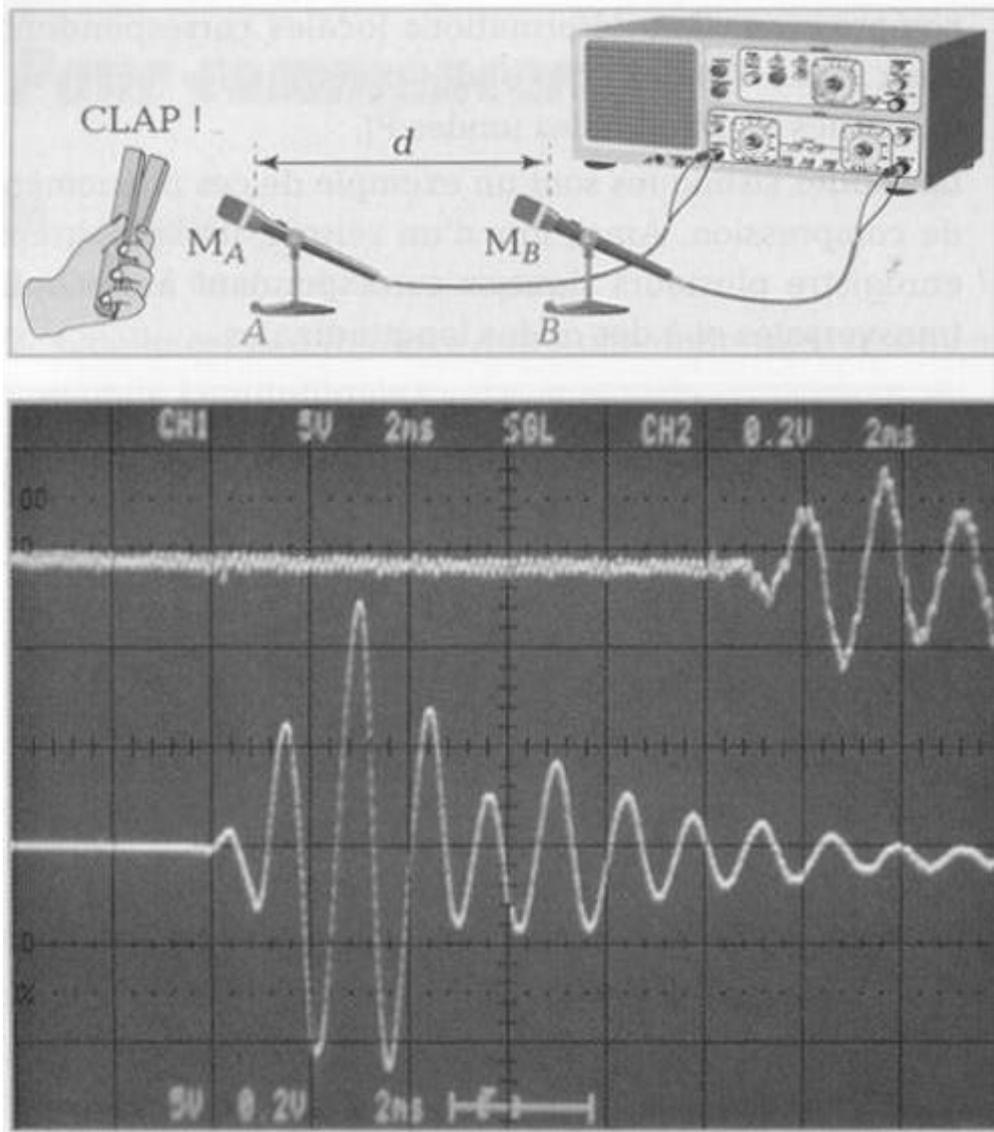


fig.2

2.1. Pourquoi la voie 2, connectée au microphone B, présente-t-elle un décalage temporel δ avec la voie 1 ?

2.2. Calculer δ , sachant que le balayage de l'oscilloscope est réglé sur la sensibilité 2ms/div.

2.3. La distance d est égale à 3,70m. Evaluer la célérité du son.

3. Méthode des salves.

Un émetteur émet des ultrasons par salves. Deux récepteurs sont placés au voisinage de l'axe d'émission, à une quinzaine de centimètres de l'émetteur. Les oscillations de tension reçues par les deux récepteurs sont visualisées sur l'écran d'un oscilloscope.

Le coefficient de balayage des deux voies est : $b = 0,100 \text{ ms/div}$. Le balayage des deux traces est « synchronisé » sur la tension appliquée à l'émetteur en voie 1. Les deux oscillogrammes représentés ci-dessous, figure 3, correspondent à la même salve émise.

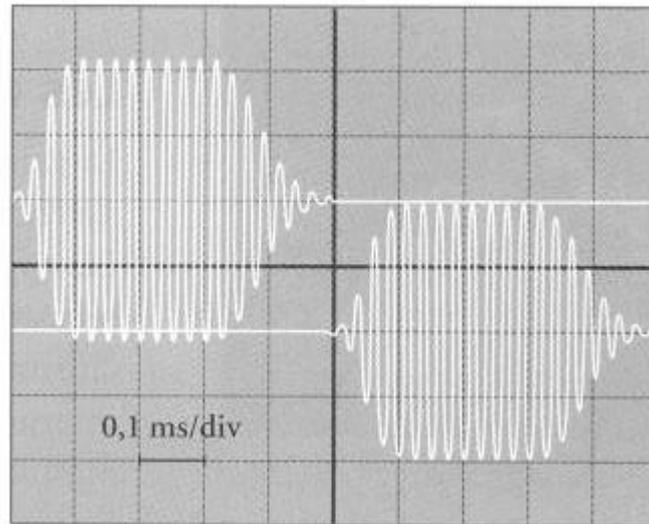


fig.3

3.1. A l'aide des oscillogrammes, déterminer la période et la fréquence des ondes ultrasonores.

3.2. La distance séparant les deux récepteurs est $D = 171 \text{ mm}$. Calculer la célérité des ondes ultrasonores dans l'air ambiant.

3.3. calculer la longueur d'onde des ondes ultrasonores qui se propagent dans cet air.

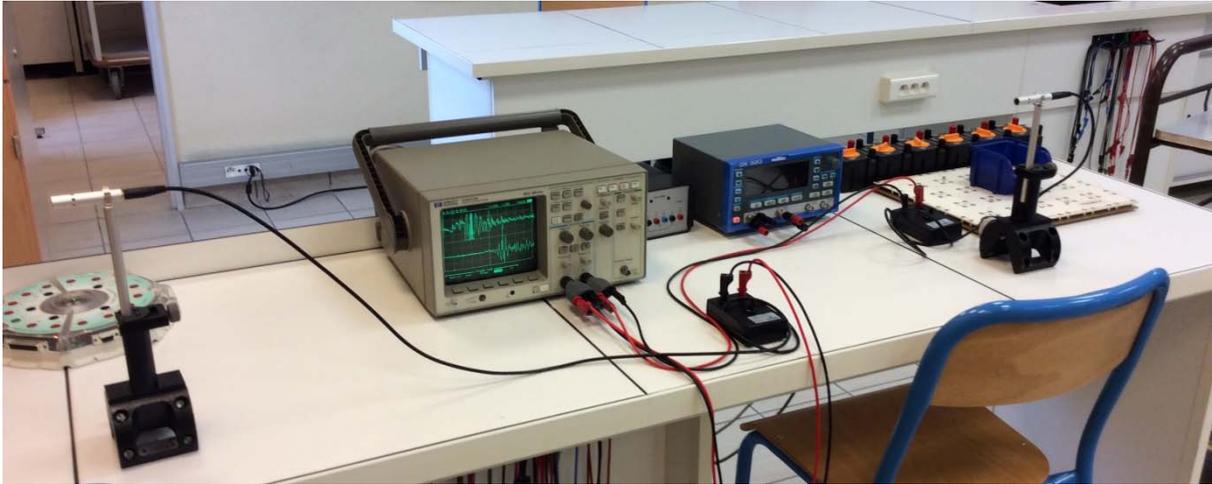
4. Conclusion.

De ces trois méthodes, laquelle vous semble la plus précise ? Justifier.

Détermination de la vitesse du son dans l'air

1. Méthode du clap sonore

Le bruit engendré est réalisé avec un clap. On enregistre, à l'aide d'un oscilloscope à mémoire, les tensions délivrées par deux microphones situés à une distance $d=1,20$ m et on mesure la durée dt nécessaire au son pour se propager.



On a : $V_{air} = d / dt$

Réglages de l'oscilloscope :



On mesure : $dt = 3,6$ ms, donc : $V_{air} = 333$ m/s

Remarque :

Pour la vitesse du son dans l'air, on peut calculer la vitesse de propagation en m.s^{-1} avec la relation : $V_{\text{air}} = 331,4 + 0,607 \times \theta$

Où θ est la température de l'air en $^{\circ}\text{C}$, à condition que $-20^{\circ}\text{C} < \theta < 40^{\circ}\text{C}$

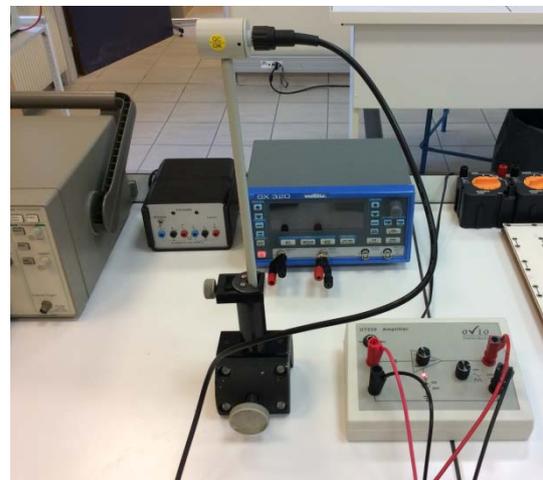
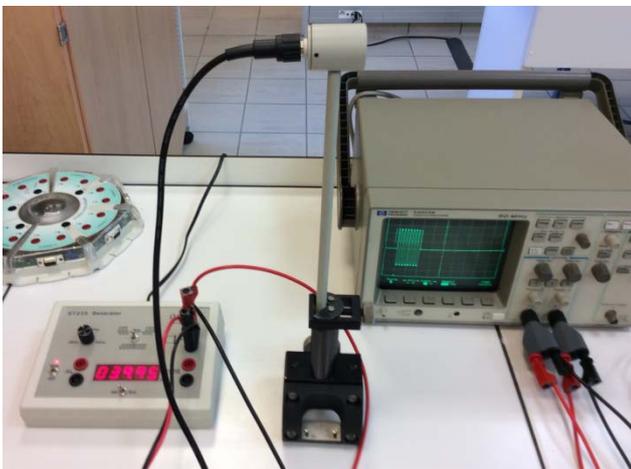
Si la température du laboratoire est $\theta = 20^{\circ}\text{C}$:

$$v_{\text{air}} = 331,4 + 0,607 \times 20 = 344 \text{ m.s}^{-1}$$

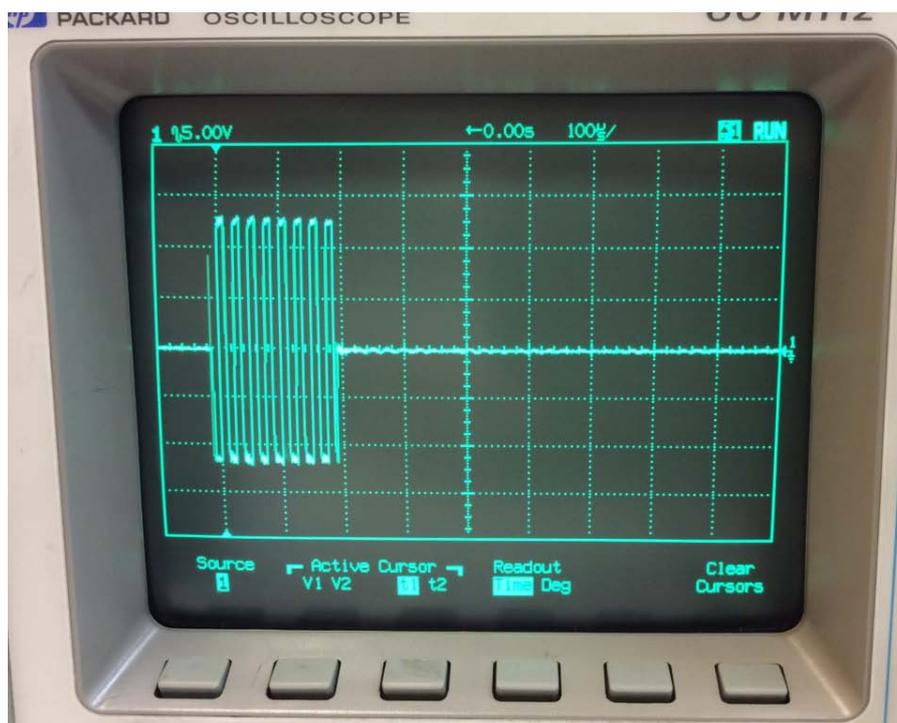
2. Méthode des salves

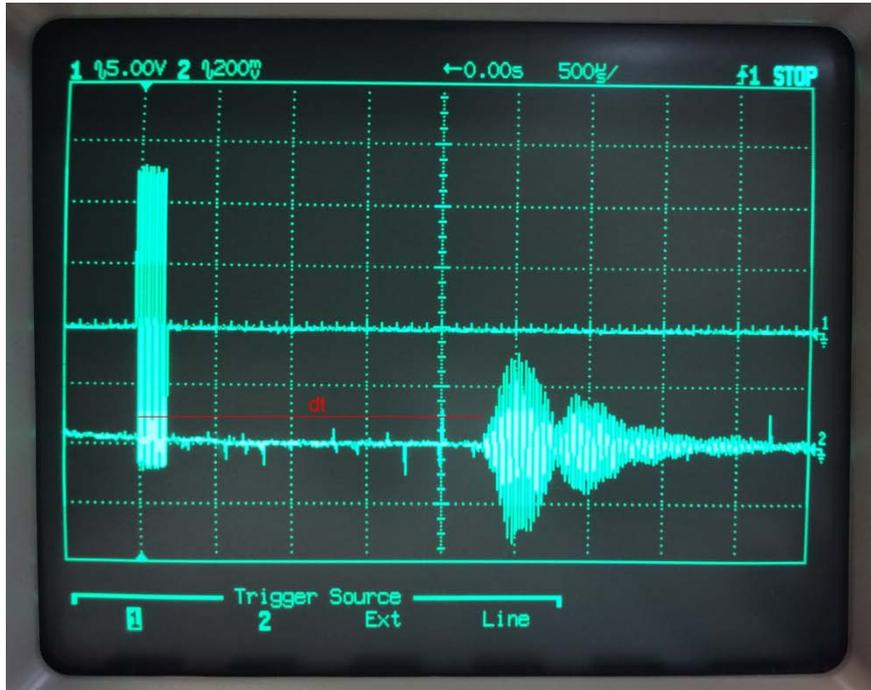
Un émetteur émet des ultrasons par salves. Un récepteur est placé au voisinage de l'axe d'émission à une distance d de l'émetteur. Les oscillations de tension reçues par le récepteur et la tension appliquée à l'émetteur sont visualisées sur l'écran d'un oscilloscope.

Le balayage des deux traces est synchronisé sur la tension appliquée à l'émetteur en voie 1.



Réglages de l'oscilloscope :



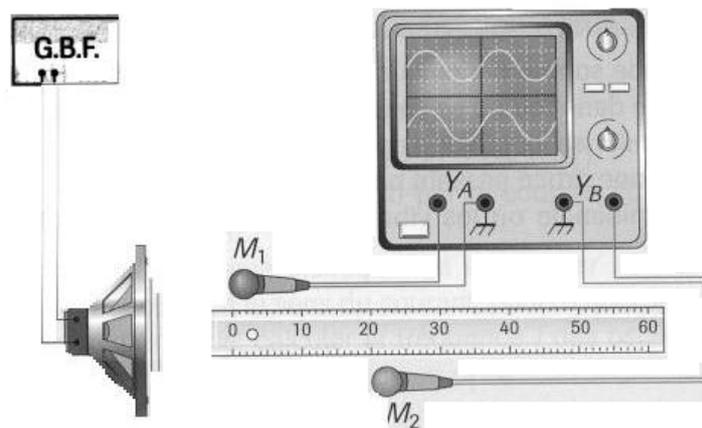


On mesure la durée dt nécessaire au son pour se propager.

On a : $V_{air} = d / dt$

3. Méthode des microphones

Le son émis par le haut-parleur est capté par les deux microphones M_1 et M_2 branchés sur les voies Y_A et Y_B de l'oscilloscope selon le montage de la figure ci-dessous :



Les abscisses x_1 et x_2 des deux microphones sont repérées. Quand $x_1 = x_2 = 0$, les deux courbes observées sur l'oscilloscope sont en phase. On laisse le microphone en M_1 et on déplace lentement le microphone M_2 . On relève l'abscisse x_2 de ce microphone à chaque fois que les courbes sur l'oscilloscope sont de nouveau en phase. Les positions correspondantes sont données dans le tableau ci-dessous :

Position n°	1	2	3	4	5
Abscisse x_2 (cm)	17,0	34,0	51,0	68,0	85,0

La vitesse de balayage de l'oscilloscope est de 0,1 ms/div.

La période de l'onde sonore captée par les microphones est de $T=0,5$ ms. Soit une fréquence $F= 2000$ Hz.

Dans les n positions du micro 2, quand les deux courbes sont en phase, la distance entre les 2 micros représente n fois la longueur d'onde de l'onde sonore.

On en déduit, la longueur d'onde de l'onde sonore : $\lambda = x_2/n = 17$ cm.

Soit la célérité du son dans l'air : **$c= \lambda / T = 340$ m/s**