

TP 1 : Mesurer la vitesse du son dans l'air

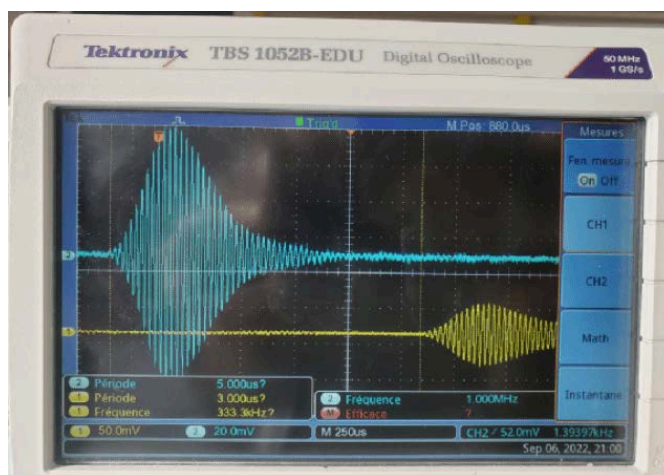
Comment mesurer avec précision la vitesse de propagation des ultrasons dans l'air ? Pour répondre à cette question, nous allons utiliser deux méthodes: l'une à partir de la mesure d'un retard et l'autre à partir de la mesure d'une longueur d'onde.

Document 1 : Montage expérimental.

Le signal du récepteur 1 est sur la voie 1.

Le signal du récepteur 2 est sur la voie 2.

L'émetteur à ultrasons est en mode salves courtes ou continu.



Les sensibilités utilisées ici peuvent être différentes des vôtres.

Document 2 : écran d'oscilloscope obtenu pour la mesure de la vitesse des ultrasons par la méthode 1.

Document 3 : valeur théorique de la vitesse du son dans l'air en fonction de la température pour une gamme de températures comprises entre $\theta = -20\text{ °C}$ et $\theta = 40\text{ °C}$:

$$v_{\text{son}} = 331,5 + 0,607 \times \theta$$

en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
en $^{\circ}\text{C}$

Méthode 1: détermination à partir de la mesure d'un retard .

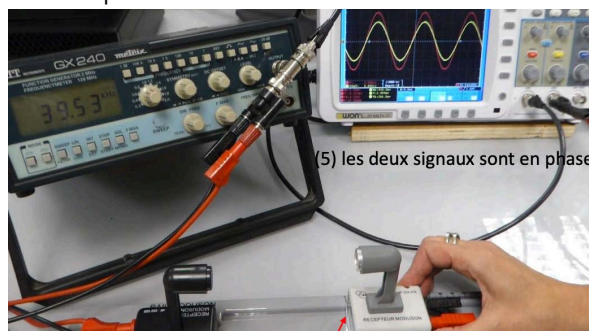
Mise en œuvre : Utiliser le mode "salves courtes"

- 1) Réaliser le dispositif expérimental du document 1 en plaçant le récepteur 2 à 50 cm du récepteur 1 (placé sur la graduation zéro).
- 2) Régler l'oscilloscope de façon à visualiser les signaux reçus par les récepteurs 1 et 2 (comme sur le document 2).
- 3) Sachant que la fréquence de l'onde sonore émise est de l'ordre de 50 kHz. A quel domaine des ondes sonores appartient-elle ?
- 4) Expliquer le retard du signal reçu par le récepteur 2 par rapport à celui reçu par le récepteur 1.
Mesurer ce retard Δt (utiliser pour cela les curseurs 1 et 2 de l'oscilloscope en mode "temps").
- 5) Calculer la vitesse des ultrasons dans l'air en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.
- 6) Afin d'augmenter la précision du résultat, nous allons effectuer plusieurs mesures pour des distances entre les récepteurs variables. Puisque $d = v \times \Delta t$, nous pourrions modéliser les résultats sur Regressi ou sur Excel avec un modèle linéaire : $d = f(\Delta t)$ le coefficient directeur de la droite obtenue correspondant à la valeur de la vitesse du son dans l'air.
Mesurer différentes valeurs de d et Δt (présenter les résultats sous la forme d'un tableau) et représentez graphiquement d en fonction de Δt . En déduire la vitesse du son dans l'air.
- 7) Comparer la valeur expérimentale de la vitesse des ultrasons dans l'air à la valeur théorique (ajuster cette valeur à l'aide de la valeur de la température de la salle).

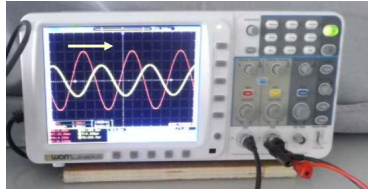
Méthode 2: détermination à partir de la mesure d'une longueur d'onde. Mesure de la vitesse du son par coïncidence de phase .

Mise en œuvre : Utiliser le mode continu

- 1) On effectue les mêmes branchements que précédemment mais avec l'émetteur en mode continu. Prendre une fréquence de 40 kHz.
- 2) Si tout est correct , on visualise sur l'écran de l'oscilloscope le signal émis, ici en rouge, et le signal reçu, ici en jaune.
- 3) Au début, on place émetteur et récepteur de telle sorte que les deux signaux (rouge et jaune) soient en phase.

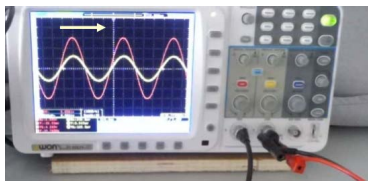


4) On recule le récepteur : le signal de l'émetteur (rouge) reste fixe et le signal du récepteur (jaune) se décale vers la droite.



Les signaux sont déphasés.

5) On recule encore le récepteur : lorsque les signaux sont de nouveau en phase, cela signifie que le récepteur s'est déplacé d'une distance égale à un nombre entier de longueurs d'onde. Il suffit de compter le nombre n de coïncidences de phase par lequel les courbes sont passées lorsqu'on s'est déplacé d'une distance D . La longueur d'onde est égale à D/n .



Les signaux sont de nouveau en phase après n coïncidences

6) Expliquer comment trouver v (formule).

7) Calculer la vitesse des ultrasons par cette méthode.

8) Calculer l'écart relatif entre la valeur théorique (v_{th}) et expérimentale (v_{exp}) de v .

$$e = |v_{exp} - v_{th}| / v_{th}$$

FACULTATIF (si le temps le permet) :

Relevez la valeur trouvée par les autres groupes en complétant le tableau suivant (méthode 1 ou 2 au choix).

Vitesse du son en m/s								

Calculez la moyenne et l'écart-type σ des valeurs (utilisez les fonctions de la calculatrice).

L'incertitude type sur la vitesse est donnée par $\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ –

avec n le nombre de mesures réalisées.

Calculez l'incertitude type sur la valeur de la vitesse du son et en déduire un encadrement.