

Nom:..... Prénom:..... Classe:..... Date:

Mesurer la célérité d'une onde sonore

✔ Objectifs	👤 Classe
<input type="checkbox"/> Onde mécanique progressive. Grandeurs physiques associées. Célérité d'une onde. Retard. Ondes mécaniques périodiques. Ondes sinusoïdales. Période. Longueur d'onde. Relation entre période, longueur d'onde et célérité. <input type="checkbox"/> Produire une perturbation et visualiser sa propagation dans des situations variées, par exemple : onde sonore, onde le long d'une corde ou d'un ressort, onde à la surface de l'eau. <input type="checkbox"/> Déterminer, par exemple à l'aide d'un microcontrôleur ou d'un smartphone, une distance ou la célérité d'une onde.	1 ^{ère} Spé
	🕒 Durée
	2 h

On se propose dans ce TP de mesurer la vitesse du son dans l'air¹. Ce travail est à réaliser sur une feuille à part.

✂ Sur la paillasse

- un émetteur et de deux récepteurs d'ondes ultrasonores,
- une règle,
- un oscilloscope et son câble d'alimentation,
- un générateur de tension continue $\pm 15V$,
- 3 paires de câbles rouges et noirs,
- un ordinateur avec accès à un tableur.

1 Mesure de la célérité d'une onde sonore

1. Suivre le **protocole expérimental** suivant :

- Alimenter l'Émetteur avec l'alimentation 0 – 15 V en mode Salve/Salves courtes.
- Relier les deux récepteurs A et B aux entrées YA et YB d'un oscilloscope électronique. Les positionner côte à côte face à l'Émetteur.
- Régler l'oscilloscope afin d'obtenir à l'écran le signal de réception des salves par les deux récepteurs. Indications : Sensibilité des voies 1 et 2 - environ 100 mV/DIV ; durée de balayage environ 1 ms/DIV.
- Décaler verticalement les deux courbes afin de pouvoir les distinguer (non superposées).
- Décaler le récepteur B, dans la direction émetteur-récepteur, d'une distance d suffisamment grande pour pouvoir mesurer avec précision le retard ultrasonore Δt entre les deux récepteurs. (Organiser le dispositif afin de réaliser les mesures les plus précises possibles).

2. **Exploitation** :

- (a) Représenter le dispositif (émetteurs et récepteurs vus du dessus) et dessiner l'écran de l'oscilloscope.
- (b) À partir des valeurs obtenues expérimentalement (couples de valeurs d et Δt) :
 - i. Afficher le graphe montrant l'évolution de la grandeur d en fonction de Δt .
 - ii. Choisir un modèle mathématique pertinent qui lie les variables d et Δt (ajouter une courbe de tendance qui semble correspondre à l'ensemble des points du graphique).
 - iii. Faire afficher l'équation de la courbe de tendance et le coefficient de corrélation élevé au carré (r^2). Pour que le modèle soit valide il faut que $r^2 \geq 0,98$.
 - iv. Imprimer votre tableau de valeur et votre graphique (en noir & blanc sur une même feuille).

1. Ce TP est basé sur le travail de M. Laurent du lycée Jean d'Alembert de Viña del Mar.

- v. Commenter la corrélation du modèle mathématique avec les données expérimentales (valeur de r^2).
- (c) Déterminer la valeur de la célérité des ultrasons dans l'air à partir du modèle obtenu précédemment. Pour cela utiliser, l'équation obtenue et expliquer votre démarche.
- (d) Calculer l'écart relatif e sur la célérité, sachant que la célérité des ultrasons dans l'air à une température de 20°C est : $c_{ref} = 340\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Rappel : l'écart relatif e est donné par la relation : $e = \frac{|c_{exp} - c_{ref}|}{c_{ref}}$ où c_{exp} est la célérité déterminée par l'expérience tandis que c_{ref} est la valeur de référence.

2 Détermination expérimentale des caractéristiques d'une onde périodique

Période et fréquence

3. Suivre le **protocole expérimental** suivant :

- Utiliser l'émetteur en mode sinusoïdal et un seul récepteur proche de l'émetteur.
- Désactiver la voie de l'oscilloscope du récepteur non utilisé et centrer le signal restant.
- Déterminer la période T par lecture sur l'oscilloscope (durée d'un motif).

4. **Exploitation** :

- (a) Représenter l'écran de l'oscilloscope, en faisant apparaître une période (en couleur par exemple).
- (b) Noter la valeur de la période T obtenue par lecture et la convertir en seconde (s).
- (c) Calculer la fréquence $f = 1/T$ en Hertz (Hz).

Longueur d'onde

5. Suivre le **protocole expérimental** suivant :

- Utiliser à nouveau les deux récepteurs en les plaçant à même distance de l'émetteur, en mode sinusoïdale.
- Faire les réglages sur l'oscilloscope de manière à ce que les deux signaux apparaissent et soient centrés, ils doivent parfaitement se superposer.
- Les deux signaux sont en phase, c'est à dire que leurs maximums et leurs minimums coïncident.
- Déplacer lentement l'un des deux récepteurs de manière à ce que les deux signaux se décalent jusqu'à être de nouveaux en phase.
- Mesurer la distance entre les deux récepteurs, elle correspond à la longueur d'onde λ .

6. **Exploitation** :

- (a) Déterminer la valeur de la longueur d'onde λ de la manière la plus précise possible (appeler le professeur pour lui présenter la méthode utiliser). Noter cette valeur avec son unité en détaillant la méthode.
- (b) Vérifier la cohérence des résultats obtenus à partir des mesures, en calculant la célérité c de l'onde à partir de la fréquence f et la longueur d'onde λ .
- (c) Commenter le résultat obtenu.