

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

## Mesurer la célérité d'une onde sonore

### Objectifs

- 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.
- 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.
- Déterminer, par exemple à l'aide d'un microcontrôleur ou d'un smartphone, une distance ou la célérité d'une onde.

### Classe

1<sup>ère</sup> Spé

### Durée

2 h

On se propose dans ce TP de mesurer la vitesse du son dans l'air<sup>1</sup>.

### 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,
- 2 adaptateurs BNC.
- un ordinateur avec accès à un tableur.

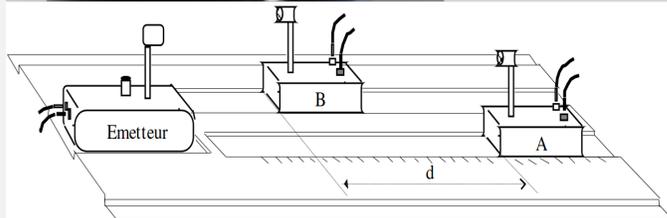
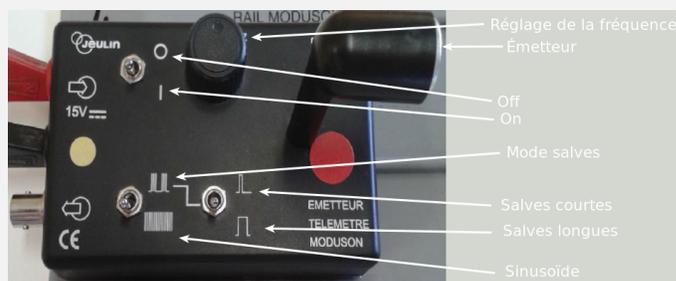
## 1 Mesure de la célérité d'une onde sonore

1. Suivre le protocole suivant<sup>2</sup>:



### Protocole expérimental

- Alimenter l'Émetteur avec l'alimentation 0 – 15 V en mode Salve/Salves courtes. Ne pas dépasser les 15 V, vous pourriez détériorer l'émetteur !
- Relier les deux récepteurs A et B aux entrées  $Y_A$  et  $Y_B$  (ou CH1 et CH2) d'un oscilloscope électronique. Les positionner côte à côte face à l'émetteur selon le schéma suivant:
- 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 A, dans la direction émetteur-récepteur, d'une distance  $d$  suffisamment grande pour pouvoir mesurer avec précision le retard ultrasonore  $\tau$  entre les deux récepteurs. (Organiser le dispositif afin de réaliser les mesures les plus précises possibles). Compléter les deux premières lignes du tableau ci-dessous.
- Répéter l'opération pour avoir 10 mesures différentes.



$d$ (cm)										
$\tau$ (ms)										

### Exploitation

2. Représenter le dispositif (émetteurs et récepteurs vus du dessus) et dessiner l'écran de l'oscilloscope. Légénder puis indiquer avec une double flèche comment se mesurent  $\tau$  et  $d$  sur ces schémas.

3. À partir des valeurs obtenues expérimentalement (couples de valeurs  $d$  et  $\tau$ ), calculer la valeur de la célérité de l'onde ultrasonore. On pourra dans un premier temps compléter le tableau suivant en convertissant les mesures précédentes.

$d$ (m)										
$\tau$ (s)										

.....

.....

.....

.....

4. (a) À partir des valeurs obtenues expérimentalement (couples de valeurs  $d$  et  $\Delta t$ ):
- i. Afficher le graphe montrant l'évolution de la grandeur  $d$  en fonction de  $\tau$ .
  - ii. Choisir un modèle mathématique pertinent qui lie les variables  $d$  et  $\tau$  (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. Commenter la corrélation du modèle mathématique avec les données expérimentales (valeur de  $r^2$ ).

.....

.....

.....

.....

<sup>2</sup>Ce TP est basé en partie sur le travail de M. Laurent du lycée Jean d'Alembert de Viña del Mar.

(b) 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.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**👋 Appel 1** Appeler le professeur pour lui montrer le graphique et lui expliquer votre démarche.

(c) 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

5. 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).

6. **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 en Hertz (Hz).

.....  
 .....

### Longueur d'onde

7. 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  $\lambda$ .

8. **Exploitation:**

(a) Déterminer la valeur de la longueur d'onde  $\lambda$  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  $\lambda$ .

.....  
 .....

(c) Commenter le résultat obtenu.

.....  
 .....