

# ONDES MECANIQUES

## 10 Évaluer une distance

| Écrire un résultat de manière adaptée.

Lors d'un feu d'artifice, un spectateur voit l'explosion d'une fusée dès qu'elle se produit et l'entend 2 secondes après l'avoir vue. À 25°C, les sons se propagent dans l'air avec une célérité de  $345 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .



- Évaluer la distance à laquelle ce spectateur se trouve de l'explosion.

## 12 Évaluer une durée de propagation

| Effectuer des calculs.



Des bouées de détection de tsunamis ont été installées dans les zones à risque des océans. Une telle bouée, située à 2 500 km des côtes, détecte un tsunami.

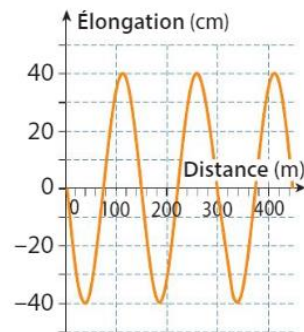
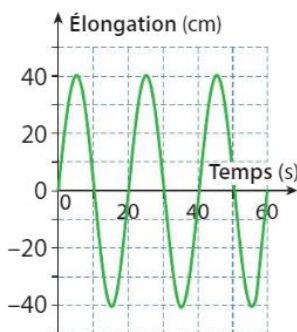
- De combien de temps les personnes près des côtes disposent-elles pour se mettre à l'abri si la célérité du tsunami est en moyenne  $700 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  ?

## 15 Exploiter la double périodicité

CONSEIL

| Extraire l'information.

Les deux graphiques ci-dessous correspondent à la même onde périodique.



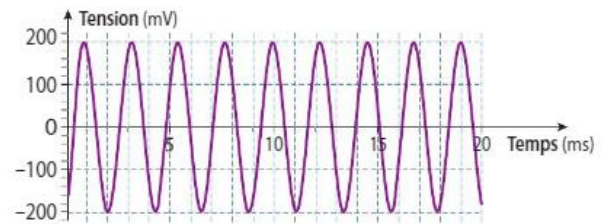
1. Déterminer la période, la longueur d'onde et l'amplitude de cette onde. Utiliser le réflexe 4
2. En déduire la célérité de cette onde. Utiliser le réflexe 3

## 17 Calculer une longueur d'onde

CONSEIL

| Exploiter une information.

La courbe suivante est l'enregistrement du son produit par un diapason. Les sons se propagent dans l'air avec une célérité de  $345 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .



1. Déterminer la période et l'amplitude de cette onde.
2. En déduire sa longueur d'onde.

## 18 Calculer une période

| Extraire et organiser l'information.

Les données ci-dessous sont extraites d'un site Internet donnant des informations sur les tsunamis.

	Pleine mer	Près des côtes
Profondeur	7 km	10 m
Célérité	$943 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$	$36 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$
Longueur d'onde	282 km	10,6 km
Hauteur de vague	5 cm	10 m

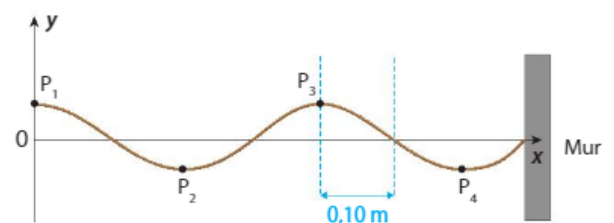
1. Calculer la période de chacune de ces ondes.
2. Comparer ces périodes.

## 20 Onde sur une corde

| Identifier les paramètres qui influencent un phénomène ; confronter un modèle à des résultats expérimentaux.

L'extrémité d'une corde est fixée à un mur, l'autre extrémité est agitée verticalement, sinusoïdalement, avec une période  $T$  de 250 ms.

1. Décrire le mouvement d'un point de la corde.
2. Après 2,1 s, une perturbation a parcouru la distance  $d$  égale à 3,2 m. Calculer la célérité  $v$  de l'onde.
3. À l'instant  $t_1$ , l'aspect de la corde est le suivant :

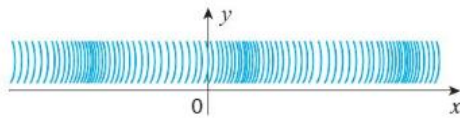


- a. Déterminer la longueur d'onde  $\lambda$  de l'onde sinusoïdale.
- b. En déduire la célérité  $v_1$  de l'onde à l'instant  $t_1$  et la comparer à la valeur  $v$  déterminée en 2.
4. Schématiser l'aspect de la corde à la date  $t_2$ , 125 ms après la date  $t_1$ .



Interpréter des résultats ; effectuer des calculs.

Un ressort est soumis à une déformation périodique, sinusoïdale :

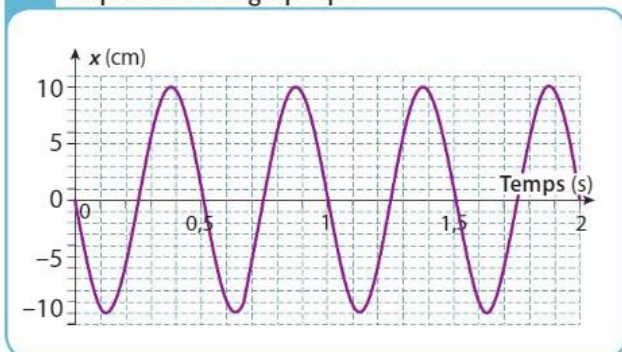


On filme la propagation de ces ondes périodiques le long du ressort. Après analyse du pointage vidéo du déplacement d'un point du ressort au cours du temps, on dispose, dans un tableur, d'une série de valeurs (tableau A).  $x$  est l'élongation d'un point du ressort.

A Tableau

$t$ (s)	$x$ (cm)
0	
0,1	-9,5
0,2	
0,3	5,9
0,4	

B Représentation graphique



Le déplacement, autour de sa position de repos initiale, d'un point P du ressort est repéré par son élongation  $x$  en fonction du temps :  $x(t) = A \cos\left(\frac{2\pi}{T} \times t + \phi\right)$ .

1. Choisir les bonnes affirmations :

A. Le point du ressort se déplace de 10 cm autour de sa position de repos initiale.

B. Le point du ressort se déplace de 20 cm autour de sa position de repos initiale.

C.  $x(t) = 5 \cos\left(\frac{2\pi}{1} \times t + \frac{\pi}{2}\right)$

D.  $x(t) = 10 \cos\left(\frac{2\pi}{1} \times t + \frac{\pi}{2}\right)$

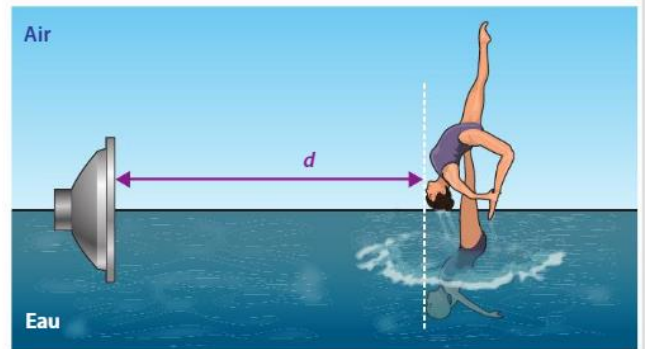
E.  $x(t) = 10 \cos\left(\frac{2\pi}{0,5} \times t + \frac{\pi}{2}\right)$

2.a. Reproduire et compléter les cases vides du tableau A en utilisant l'expression correcte de  $x(t)$ .

b. Vérifier que les points appartiennent à la courbe du graphique B.

23 Qui capte en premier ?

Effectuer des calculs ; exploiter des informations.



Lors d'un spectacle de natation synchronisée, deux nageuses perçoivent le son d'un même haut-parleur en partie immergé dans de l'eau. Ce haut-parleur émet un son reçu par la nageuse placée dans l'air et par la nageuse située dans l'eau. Les deux nageuses sont placées à la même distance  $d$  du haut-parleur.

Données

Célérité du son dans l'air et dans l'eau :  
 $v_{\text{air}} = 345 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  et  $v_{\text{eau}} = 1\,500 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

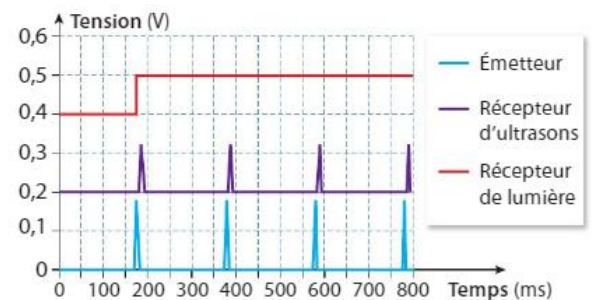
- Quelle nageuse perçoit le son en premier ?
- La durée séparant la détection du son par les deux nageuses est notée  $\Delta t$ . Exprimer cette durée  $\Delta t$  en fonction des célérités du son dans l'eau et dans l'air et de la distance  $d$ .
- Calculer cette durée lorsque  $d = 10,0 \text{ m}$ .

26 Le télémètre à pointeur laser

Extraire l'information ; rédiger une explication ; mobiliser et organiser ses connaissances.

Une revue de bricolage annonce « Télémètre à ultrasons 40 kHz à faisceau lumineux ».

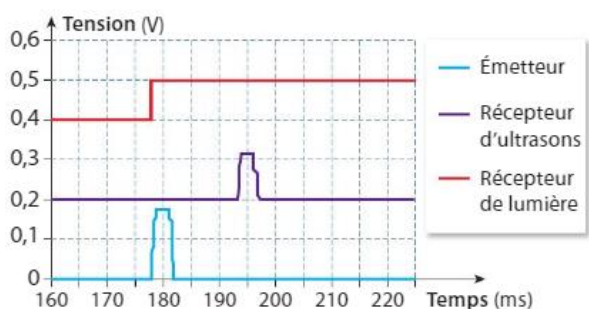
Un acheteur se demande si la mesure se fait grâce à la réflexion des ultrasons ou bien grâce à la réflexion de la lumière. Pour le vérifier, il relie l'émetteur du télémètre à un système d'acquisition informatisé. Puis il place un récepteur ultrasonore et un récepteur de lumière à une distance  $d$  égale à 5,1 m de l'émetteur du télémètre. Les récepteurs sont également reliés au système d'acquisition. Les signaux obtenus ont été décalés verticalement pour une meilleure lisibilité.



1. À quoi correspondent les variations du signal :
- associé à la courbe rouge ?
  - associé à la courbe violette ?
  - associé à la courbe bleue ?



2. On zoome sur une partie de l'acquisition afin de pouvoir effectuer des mesures précises.



Calculer la célérité du signal de mesure. Confirmer que le télémètre utilise des ultrasons pour mesurer la distance.

3. Quel est le rôle du laser ?

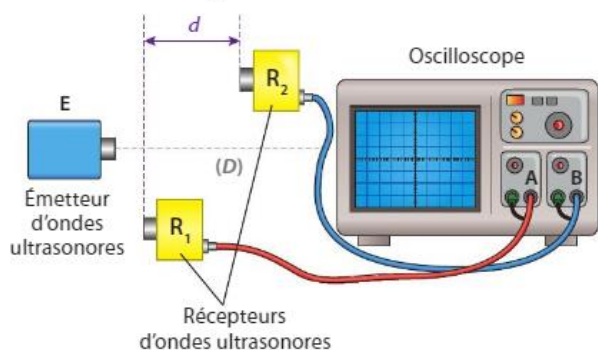
### 27 À chacun son rythme

#### Célérité d'une onde ultrasonore

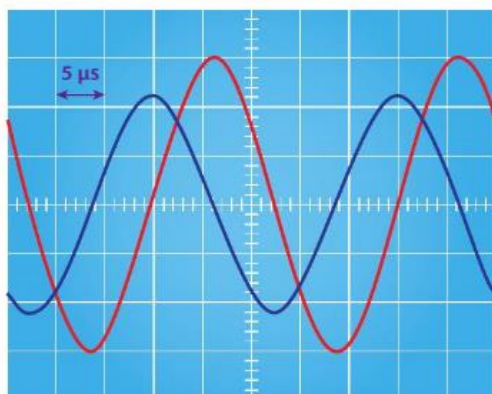
Extraire l'information ; estimer une incertitude de mesure.

On souhaite connaître la célérité d'une onde ultrasonore qui se propage dans l'air.

On réalise le montage ci-dessous :



Pour une certaine position des récepteurs, on obtient l'oscillogramme suivant :



Les sensibilités verticales des deux voies de l'oscilloscope sont identiques. La courbe rouge correspond au signal du récepteur  $R_1$  et la courbe bleue à celui du récepteur  $R_2$ . Lorsque les récepteurs sont à égale distance de l'émetteur, les courbes sont confondues. Le récepteur  $R_1$  restant fixe, on éloigne le récepteur  $R_2$  le long de l'axe ( $D$ ) en comptant le nombre de fois où les abscisses des maxima

sont confondues. Lorsque la distance  $d$  est égale à 8,5 cm, les abscisses des maxima se sont retrouvées confondues 10 autres fois.

- Calculer la célérité  $v$  de l'onde ultrasonore dans l'air.

### 29 Résolution de problème

Fiche 1, p. 359

#### Où a eu lieu la détonation ?

Construire les étapes d'une résolution de problème.

Une équipe de scientifiques à bord d'un navire enregistre en pleine mer une détonation. Le son est détecté à la fois par deux capteurs, l'un situé dans l'air, **capteur rouge**, l'autre situé dans l'eau, **capteur jaune**.



L'analyse des enregistrements montre que le son enregistré dans l'air est reçu avec un retard  $\Delta t = 16,43$  s sur celui qui est détecté dans l'eau.

- Où a eu lieu l'explosion ?

#### Données

- Célérité du son dans ces conditions : dans l'eau  $v_{\text{eau}} = 1\,500 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  et dans l'air  $v_{\text{air}} = 345 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

### 33 La piscine

Observer, décrire des phénomènes.

Dans le film *A Bigger Splash* de Luca GUADAGNINO, l'actrice Tilda SWINTON, assise au bord de sa piscine, crée avec son pied, à la surface de l'eau, une onde considérée comme périodique pour la durée de l'étude. Cette onde a une fréquence de 2,5 Hz et une amplitude de 1,5 cm.



Elle se propage à la surface de l'eau avec une célérité  $v$  de  $2,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Sur l'eau, flotte un petit ballon. Son déplacement est repéré par la coordonnée verticale  $z(t)$  et il est décrit par l'équation :

$$z(t) = A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \phi\right)$$

1. Que représentent  $A$  et  $T$  pour l'onde progressive sinusoïdale qui se propage à la surface de l'eau ? Déterminer  $A$  et  $T$ .

2. On considère pour la suite que  $\phi = \frac{\pi}{2}$  rad.

Quelle est la coordonnée  $z$  à la date  $t = 10$  s ?

3. À quelles dates le ballon est-il au niveau  $z = 0$  m ? On ne donnera que les dates inférieures à 1,5 s.

**34**  
CORSE  
40  
min

**Foyer d'ondes sismiques**

Exploiter des informations ; effectuer des calculs ; rédiger une explication.

**A Les ondes sismiques**

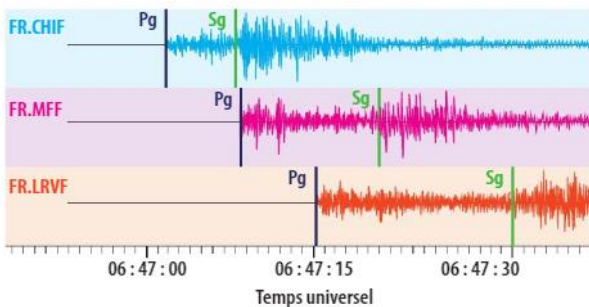
Lors d'un séisme, des ondes naissent au foyer et traversent la Terre. Elles se succèdent et se superposent sur les enregistrements des sismomètres. Leur vitesse de propagation et leur amplitude sont modifiées par les structures géologiques traversées. C'est pourquoi les signaux enregistrés sont la combinaison d'effets liés à la source, aux milieux traversés et aux instruments de mesure.

Parmi les ondes sismiques, on distingue :

- les ondes P qui sont des ondes de compression ; leur célérité  $v_P$  vaut en moyenne  $v_P = 6,0 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ .
- les ondes S appelées ondes de cisaillement ; leur célérité  $v_S$  vaut en moyenne  $v_S = 3,5 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ .

**B Les courbes de sismographes**

Les courbes ci-dessous ont été obtenues par trois sismographes. Les repères  $P_g$  et  $S_g$  correspondent respectivement à l'arrivée des ondes P et S sur le sismographe après leur propagation depuis le foyer.



1. Dans quel milieu matériel les ondes sismiques se propagent-elles ? Quelle propriété du milieu permet cette propagation ?

Utiliser le réflexe 1

2. À partir des courbes B, recopier et compléter le tableau ci-dessous donnant les dates  $t_P$  et  $t_S$  d'arrivée des ondes P et S dans chaque station (arrondies à la seconde la plus proche).

Station	$t_P$	$t_S$	Différence $t_S - t_P$
FR.CHIF	06 h 47 min 02 s	06 h 47 min 08 s	6 s
FR.MFF	06 h 47 min 08 s	06 h 47 min 21 s	
FR.LRVF			

3. Soit  $d$  la distance qui sépare la station d'enregistrement du lieu où le séisme s'est produit et  $t_0$  la date inconnue du séisme.

Exprimer la célérité notée  $v_S$  des ondes S en fonction de la distance  $d$  parcourue et des dates  $t_S$  et  $t_0$ . Faire de même pour les ondes P avec la vitesse  $v_P$  et les dates  $t_P$  et  $t_0$ .

Utiliser le réflexe 2

4. À partir de la réponse précédente, exprimer  $t_S - t_0$  et  $t_P - t_0$  puis l'expression  $t_S - t_P$  en fonction de  $d$ ,  $v_P$  et  $v_S$ .

5. En déduire l'expression de la distance  $d$  :

$$d = \frac{v_S \times v_P}{v_P - v_S} \times (t_S - t_P).$$

6. Calculer la valeur numérique de cette distance  $d$  pour chacune des stations.

7. Comment déterminer la position du foyer du séisme ?

8. Citer deux sources d'erreurs possibles lors de ces déterminations.