








## Découvrir

### Les Ressources :

Q1 : Les ondes mécaniques

|             |  |   |  |
|-------------|--|---|--|
| S'entraîner | <p>Pour s'échauffer et appliquer le cours : </p> <p>Ex. 1 à 7<br/>Ex. 9<br/>Ex. 10<br/>Ex. 12<br/>Ex. 13</p> <p>Quizlet <br/>Liens utiles<br/>Voir sur le site </p> | <p>Pour s'entraîner : </p> <p>Ex. 3<br/>Ex. 11<br/>Ex. 14 <br/>Ex. 15<br/>Ex. 16</p> <p>Vers l'oral :<br/>N°19<br/>N°20 </p>  | <p>Pour se préparer à l'évaluation : </p> <p>Ex. 17<br/>Ex. 18<br/>Ex. 19<br/>Ex. 20<br/>Ex. 21</p> <p>TP's :<br/>TP 20 : Introduction aux ondes mécaniques<br/>TP 21 : Les ultrasons</p> |
|             | S'autoévaluer  | <p>Avant l'évaluation, suis-je capable de : <input checked="" type="checkbox"/></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Décrire, dans le cas d'une onde mécanique progressive, la propagation d'une perturbation mécanique d'un milieu dans l'espace et au cours du temps : houle, ondes sismiques, ondes sonores, etc.</li> <li>○ Expliquer, à l'aide d'un modèle qualitatif, la propagation d'une perturbation mécanique dans un milieu matériel.</li> <li>○ <i>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.</i></li> <li>○ Exploiter la relation entre la durée de propagation, la distance parcourue par une perturbation et la célérité, notamment pour localiser une source d'onde.</li> <li>○ <i>Déterminer, par exemple à l'aide d'un microcontrôleur ou d'un smartphone, une distance ou la célérité d'une onde.</i></li> <li>○ <i>Illustrer l'influence du milieu sur la célérité d'une onde.</i></li> <li>○ Distinguer périodicité spatiale et périodicité temporelle.</li> <li>○ Justifier et exploiter la relation entre période, longueur d'onde et célérité.</li> <li>○ <i>Déterminer les caractéristiques d'une onde mécanique périodique à partir de représentations spatiales ou temporelles.</i></li> <li>○ Déterminer la période, la longueur d'onde et la célérité d'une onde progressive sinusoïdale à l'aide d'une chaîne de mesure.</li> <li>○ Capacités numériques : Représenter un signal périodique et illustrer l'influence de ses caractéristiques (période, amplitude) sur sa représentation.</li> <li>○ Simuler à l'aide d'un langage de programmation, la propagation d'une onde périodique.</li> <li>○ Capacité mathématique : Utiliser les représentations graphiques des fonctions sinus et cosinus.</li> </ul> |  |

**Si l'énoncé demande de...**

**Il est nécessaire de...**

Décrire la propagation d'une onde mécanique.

**Réflexe 1**

- Identifier la nature de la perturbation et le milieu matériel dans lequel elle se propage.
- Expliquer la propagation en faisant référence à l'élasticité du milieu à l'échelle microscopique.

→ Ex. 5, p. 294

Calculer la célérité d'une onde progressive, ou la durée de sa propagation, ou la distance sur laquelle elle se propage.

**Réflexe 2**

- Rappeler l'expression de la célérité :  $v = \frac{d}{\Delta t}$ .
- Isoler éventuellement la grandeur recherchée et effectuer le calcul en faisant attention aux unités.

→ Ex. 9, p. 295

Calculer la célérité d'une onde périodique, ou sa période, ou sa longueur d'onde.

**Réflexe 3**

- Rappeler l'expression de la célérité :  $v = \frac{\lambda}{T}$ .
- Isoler éventuellement la grandeur recherchée et effectuer le calcul en faisant attention aux unités.

→ Ex. 15, p. 295

Déterminer les caractéristiques d'une onde mécanique périodique à partir de représentations temporelle ou spatiale.

**Réflexe 4**

- Déterminer s'il s'agit d'une représentation temporelle (temps en abscisse) ou spatiale (distance en abscisse) ;
- Déterminer, sur la représentation temporelle, l'amplitude et la période.
- Déterminer, sur la représentation spatiale, l'amplitude et la longueur d'onde.

→ Ex. 15, p. 295

« D'après Hachette 2019 »

Exercices tirés du « Hachette 2019 »

**Exercice 1 : Propagation d'ondes sismiques**

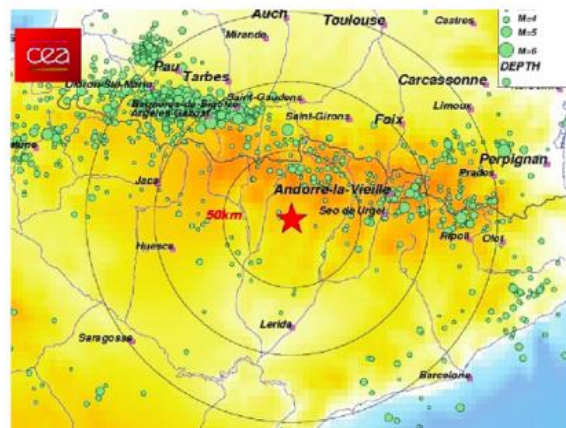
**Propagation d'ondes sismiques**

| Exploiter des informations ; effectuer des calculs.

Chaque jour, la Terre est secouée par des tremblements. Les plus importants engendrent des ondes sismiques qui se propagent sur de très grandes distances.

Le 28 octobre 2017 à 19 h 06 min 12 s, en France, près de Tarbes, un tremblement de terre a été détecté immédiatement par une station très proche de l'épicentre. Il a ensuite été détecté à 19 h 07 min 34 s par une station en Italie située à 600 km du foyer du séisme.

1. Expliquer la propagation des ondes sismiques.
2. Calculer la célérité de ces ondes.

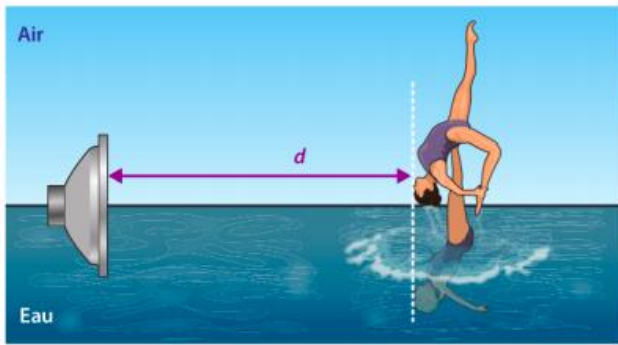


**Exercice 2 : Décrire la propagation d'une perturbation**

Remettre dans l'ordre les schémas ci-dessous illustrant la propagation d'un son depuis un haut-parleur.



### Exercice 3 : Qui capte en premier ?



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  $v_{\text{eau}} = 1\,500 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

1. Quelle nageuse perçoit le son en premier ?
2. 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  $d$ .
3. Calculer cette durée lorsque  $d = 10,0 \text{ m}$ .

### Exercice 4 : Schématiser la propagation d'une perturbation

Représenter une corde horizontale et schématiser sans contrainte d'échelle, à trois instants successifs, la propagation de la gauche vers la droite d'une perturbation le long de cette corde.

### Exercice 5 : Évaluer une durée de propagation



Des bouées de détection de tsunamis ont été installées dans les zones à risque des océans. Une telle bouée, située à  $2\,500 \text{ km}$  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

La donnée manquante dans l'énoncé est la célérité du tsunami. Nous prendrons  $c = 800 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

### Exercice 6 : Évaluer une distance

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  $25^\circ\text{C}$ , 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.



### Exercice 7 : Expliquer la propagation d'une perturbation

Un haut-parleur produisant un son est placé devant une bougie allumée. Proposer une explication, à l'échelle microscopique, de la variation d'inclinaison de la flamme.



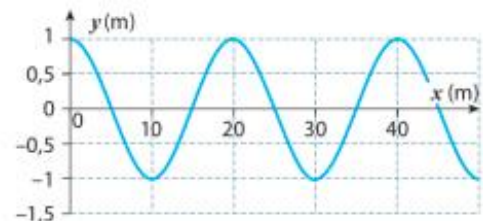
### Exercice 9 : Propagation d'une houle

#### Propagation d'une houle

Exploiter un graphique ; écrire un résultat de manière adaptée.

L'aspect simulé de la surface d'une eau a été représenté ci-contre.

1. Déterminer les caractéristiques de cette onde.
2. En déduire la célérité sachant que sa période  $T$  est 10 s.



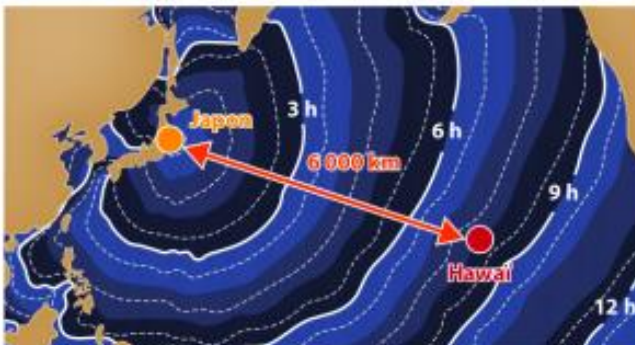
### Exercice 10 : Comparer des célérités

Dans l'air, à 20 °C, le son parcourt 100 m en 0,29 s.  
Dans l'hélium, à la même température, il parcourt 100 m en 0,10 s.

- Dans lequel de ces gaz la célérité du son est-elle la plus grande ?

### Exercice 11 : Évaluer une célérité

En 2011, un tsunami a traversé l'océan Pacifique.



### Exercice 12 : Reconnaître un type de description

Indiquer si chacune des situations suivantes est une description spatiale ou temporelle.

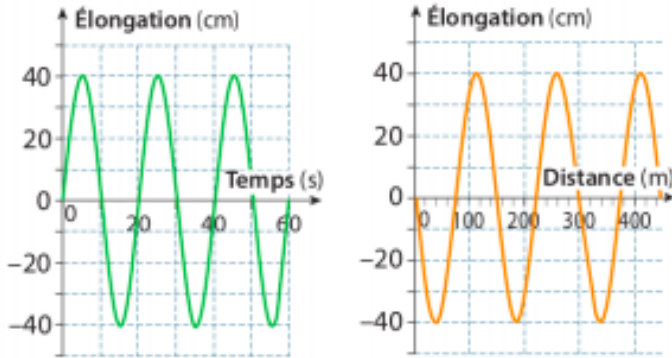
- a. Niveau de la mer qui monte et descend dans un port au rythme de la marée.
- b. Photographie de la mer sur laquelle on observe des vagues.
- c. Relevé des vibrations du sol obtenu par une station

### Exercice 13 : Connaître la double périodicité

- Définir les grandeurs suivantes de façon indépendante l'une de l'autre :
  - la période d'une onde périodique.
  - la longueur d'onde d'une onde périodique.
- Donner la relation entre ces grandeurs.

### Exercice 14 : Exploiter la double périodicité

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



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

### Exercice 15 : Calculer une longueur d'onde

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



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

### Exercice 16 : Calculer une période.

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                                |

- Calculer la période de chacune de ces ondes.
- Comparer ces périodes.

### Exercice 17 : Le poisson clown

Le poisson-clown partage avec la morue, le grondin ou le Saint-Pierre la capacité d'émettre des sons comme l'attestent les recherches d'E. Parmentier, enseignant à l'Université de Liège.



La cohabitation entre poisson-clown et anémone est illustrée dans le film d'animation *Le monde de Nemo* dans lequel Marin, le poisson-clown père, communique avec Nemo, son fils, en émettant des sons.

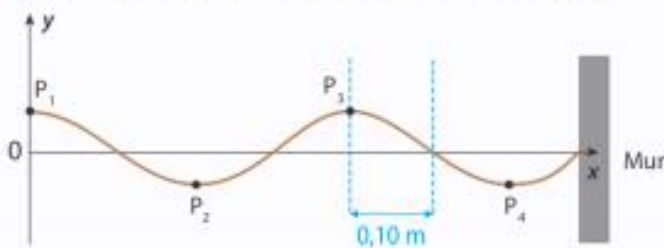
1. La période d'un son émis par Marin est égale à 3,5 ms. Vérifier que le son émis appartient au domaine des sons audibles par les humains.
2. La longueur d'onde du son émis est égale à 5,32 m. En déduire la célérité du son émis par Marin dans l'océan.
3. Une anémone est située à une distance  $d$  égale à 5 m de Marin. Le son émis par Marin est reçu avec un retard  $\Delta t = 12$  ms par Nemo. La célérité du son est supposée constante. Nemo peut-il être caché dans l'anémone ?

### Exercice 18 : Onde sur une corde

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 :

3. A l'instant  $t_1$ , l'aspect de la corde est le suivant :

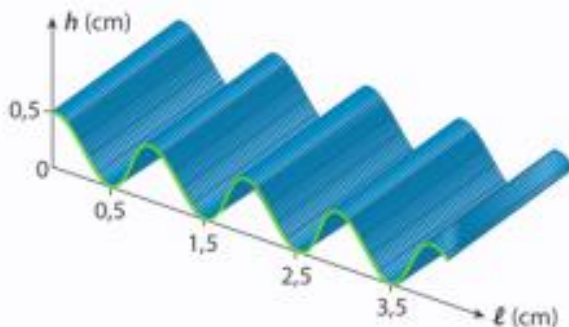


- a. Déterminer la longueur d'onde  $\lambda$  de l'onde sinusoïdale.
  - b. En déduire la célérité  $v_1$  de l'onde à l'instant  $t_1$  et la comparer à la valeur  $v$  déterminée en 2.
4. Schématiser l'aspect de la corde à la date  $t_2$ , 125 ms après la date  $t_1$ .

### Exercice 19 : Propagation d'une onde

Un vibreur de fréquence 25 Hz provoque des ondes qui se propagent à la surface d'une cuve à eau. La distance  $d$ , entre onze lignes de crête consécutives, est 10,1 cm.

1. Quel est l'intérêt de mesurer la distance entre le plus grand nombre possible de crêtes pour déterminer  $\lambda$  ?
2. Quelle est la longueur d'onde  $\lambda$  de l'onde se propageant à la surface de l'eau ?
3. À l'instant pris comme origine des temps, la surface de l'eau à l'allure suivante représentée en 3D :

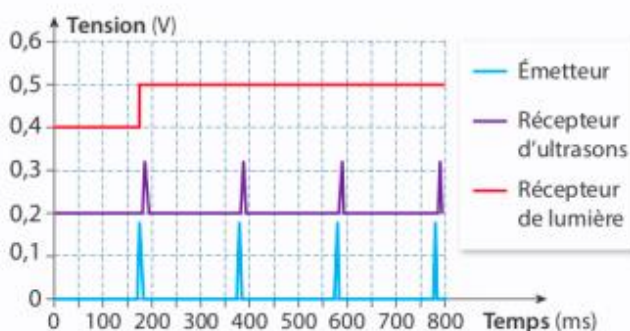


- a. Retrouver, sur ce graphique, la longueur d'onde.
- b. Quelle est l'amplitude de l'onde ?
4. Représenter l'aspect (**profil vert**) de la surface de l'eau en coupe à  $t_1 = 0,040$  s et  $t_2 = 0,060$  s.
5. Calculer la célérité  $v$  de cette onde.
6. La hauteur  $h$  de l'eau dans la cuve est augmentée, la longueur d'onde  $\lambda'$  est alors égale à 1,2 cm alors que la fréquence ne change pas. En déduire l'effet de la profondeur de l'eau dans la cuve à onde sur la célérité.

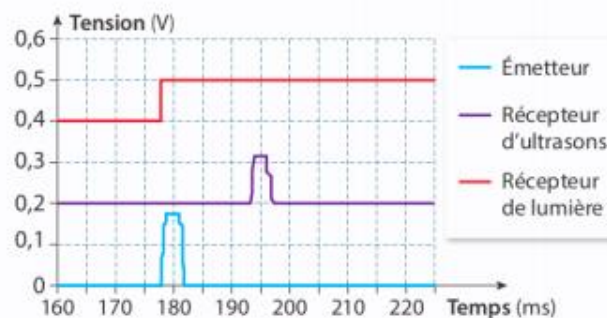
### Exercice 20 : Le télémètre à laser pointeur

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.

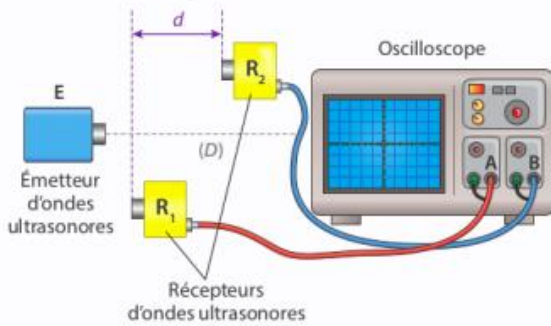
3. Quel est le rôle du laser ?

## Exercice 21 : La célérité d'une onde ultrasonore

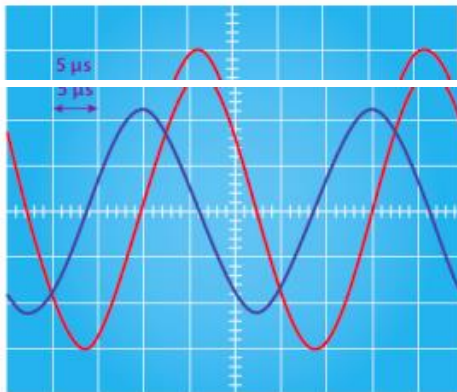
Commencer par résoudre l'énoncé compact. En cas de difficultés passer à l'énoncé détaillé.

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<sub>1</sub> et la courbe bleue à celui du récepteur R<sub>2</sub>. Lorsque les récepteurs sont à égale distance de l'émetteur, les courbes sont confondues. Le récepteur R<sub>1</sub> restant fixe, on éloigne le récepteur R<sub>2</sub> 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.

### Énoncé compact

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

### Énoncé détaillé

1. Calculer la période  $T$  des ondes ultrasonores à partir de l'oscillogramme.
2. Déterminer la longueur d'onde  $\lambda$  de l'onde ultrasonore à partir de la distance  $d$ .
- 3.a. Rappeler la relation entre la longueur d'onde  $\lambda$  et la période  $T$  de l'onde.
- b. Calculer la célérité  $v$  de l'onde ultrasonore dans l'air.