Correction des exercices du chapitre 10:

Attention les corrections ne sont pas toujours rédigées correctement.
Les solutions rédigées sont faites en classe ou dans le livre avec les exercices résolus p 292-293

QCM p. 291

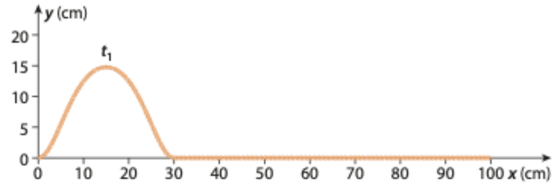
1. B ; **2. A** et **C** ; **3. C** ; **4. B** ; **5. A** et **B** ; **6. A** ; **7. A** et **B**, **8. A** et **C**.

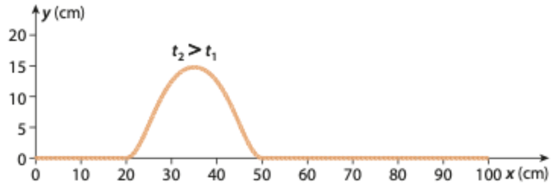
Exercices Appliquer le cours p. 294

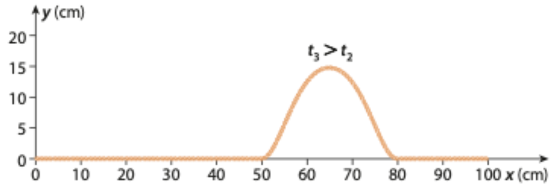
3 Décrire la propagation d'une perturbation

L'ordre des schémas est : b ; a ; c.

4 Schématiser la propagation d'une perturbation







5 Expliquer la propagation d'une perturbation

L'air est un milieu élastique : les molécules qui le constituent sont écartées de leur position d'équilibre et interagissent pour retrouver cette position d'équilibre. Ce mouvement se propage de proche en proche ; il est notamment transmis à la flamme.

6 Modéliser la propagation d'une perturbation

La « ola » est constituée d'un ensemble de personnes. La première se lève puis se rassoit, elle transmet le mouvement à la deuxième qui le reproduit et ainsi de suite : il s'agit donc de la propagation de proche en proche d'une perturbation sans transport de matière (chaque personne reste à sa place).

7 Comparer des célérités

On a $v_{son} = \dfrac{d}{\Delta t}$.

On constate que $\Delta t_{air} > \Delta t_{hélium}$ pour une même distance parcourue et une même température de 20 °C.

On en déduit $v_{air} < v_{hélium}$: La célérité du son dans l'hélium est plus grande que celle du son dans l'air, à 20 °C.

8 Évaluer une célérité

D'après le schéma, le tsunami parcourt 6 000 km entre le Japon et Hawaï en environ 8 heures.

On a $v = \dfrac{d}{\Delta t}$.

Donc $v = \dfrac{6\,000 \times 10^3 \text{ m}}{8 \times 3\,600 \text{ s}} = 2 \times 10^2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

9 Calculer une durée de propagation

On a $v = \dfrac{d}{\Delta t}$.

On en déduit $\Delta t = \dfrac{d}{v}$.

Les ultrasons parcourent un aller-retour entre le télémètre et l'obstacle donc une distance égale à $2D$.

Donc $\Delta t = \dfrac{2D}{v} = \dfrac{2 \times 20{,}30 \times 10^{-2} \text{ m}}{345 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}} = 1{,}18 \times 10^{-3}$ s.

10 Évaluer une distance

Á 25 °C, la lumière se propage dans l'air à une célérité de $3{,}00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ que l'on peut considérer comme instantanée alors que le son se propage à une vitesse de valeur $345 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

On a $v = \dfrac{d}{\Delta t}$ soit $d = v \times \Delta t = 345 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \times 2 \text{ s} = 7 \times 10^2$ m.

11 Comparer des durées de propagations

On a $v = \dfrac{d}{\Delta t}$ donc $\Delta t = \dfrac{d}{v}$.

Les durées de propagation du son jusqu'aux deux coureurs sont :
– pour le coureur le plus proche du starter :

$$\Delta t_{proche} = \frac{d_{proche}}{v} = \frac{2{,}5 \text{ m}}{345 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}} = 7{,}2 \times 10^{-3} \text{ s.}$$

– pour le plus éloigné : $\Delta t_{éloigné} = \dfrac{d_{éloigné}}{v} = \dfrac{8{,}6 \text{ m}}{345 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}} = 2{,}5 \times 10^{-2}$ s.

$\Delta t_{proche} < \Delta t_{éloigné}$.

Remarque la différence entre ces deux durées est de l'ordre de 2 centièmes de seconde. Pour des compétitions de haut niveau elle n'est pas négligeable. Pour éviter de désavantager les concurrents éloignés, lors d'une telle épreuve un hautparleur est disposé derrière chaque coureur et diffuse le « top départ ».

12 Évaluer une durée de propagation

On a $v = \dfrac{d}{\Delta t}$ donc $\Delta t = \dfrac{d}{v} = \dfrac{2{,}500 \text{ km}}{700 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}} = 3{,}57$ h soit environ 3 h 34 min.

13 Distinguer des représentations

Le graphique A représente l'élongation en fonction du temps c'est donc une représentation temporelle.
Le graphique B représente l'élongation en fonction de la distance, il s'agit donc d'une représentation spatiale.

14 Reconnaître un type de description

a. et **c.** Représentation temporelle ; **b.** représentation spatiale.

a. Le niveau de l'eau change au cours du temps, au rythme des marées. Il s'agit d'une représentation temporelle.

b. La photographie représente le niveau de la mer à un instant donné, sur cette photographie on peut observer le niveau de la mer en divers points, il s'agit d'une représentation spatiale.

c. La station sismique est située à une position géographique précise et elle enregistre les vibrations du sol au cours du temps, elle fournit une représentation temporelle.

15 Exploiter la double périodicité

1. Le graphique de gauche représente l'élongation en fonction du temps. C'est une représentation temporelle. Sur ce graphique, on lit $3\,T = 60$ s. On en déduit la période $T = 20$ s.
Le graphique de droite représente l'élongation en fonction de la distance, c'est une représentation spatiale. Sur ce graphique, on lit $2\lambda = 300$ m. On en déduit la longueur d'onde $\lambda = 150$ m.
Sur les deux graphiques on observe que l'amplitude A = 40 cm.

2. $v = \dfrac{\lambda}{T} = \dfrac{150 \text{ m}}{20 \text{ s}} = 7{,}5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

16 Connaître la double périodicité

1. a. La période d'une onde périodique, T, est la plus petite durée au bout de laquelle la perturbation se répète en un point donné.

b. La longueur d'onde d'une onde périodique, λ, est la plus petite distance mesurée suivant la direction de propagation qui sépare deux points du milieu dans le même état vibratoire en un instant donné.

2. $v = \dfrac{\lambda}{T}$ avec v en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ si λ est en m et T est en s.

17 Calculer une longueur d'onde

1. On lit $8\,T = 18$ ms. On en déduit la période $T = 2{,}3$ ms.
Sur l'axe des ordonnées on lit l'amplitude $A = 220$ mV.

2. $v = \dfrac{\lambda}{T}$ soit $\lambda = v \times T = 345 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \times 2{,}3 \times 10^{-3} \text{ s} = 7{,}8 \times 10^{-1}$ m

18 Calculer une période

1. On a $v = \dfrac{\lambda}{T}$ donc $T = \dfrac{\lambda}{v}$.

On en déduit : $T_{pleine\ mer} = \dfrac{282 \text{ km}}{943 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}} = 0{,}299$ h soit environ 18,0 min et $T_{près\ des\ côtes} = \dfrac{10{,}6 \text{ km}}{36 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}} = 0{,}29$ h soit environ 18 min.

2. Ces deux périodes sont sensiblement égales.

19 Connaître les critères de réussite
Poisson clown corrigé

1. On a $f = \frac{1}{T}$ avec la fréquence du son émis f en hertz et sa période T en seconde.

Donc $f = \frac{1}{3{,}5 \times 10^{-3}\ \text{s}} = 2{,}9 \times 10^2$ Hz.

On a 20 Hz $< f <$ 20 kHz donc ce son est audible.

2. La célérité de l'onde est : $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{5{,}32\ \text{m}}{3{,}5 \times 10^{-3}\ \text{s}} = 1{,}5 \times 10^3\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

3. On a $v = \frac{d}{\Delta t}$, on en déduit $d = v \times \Delta t$.

Donc $d = 1{,}5 \times 10^3\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1} \times 12 \times 10^{-3}\ \text{s} = 18$ m. Cette distance est différente de 5 m donc Némo n'est pas caché dans l'anémone.

20 Onde sur une corde

1. Chaque point de la corde effectue des oscillations verticales dont la période est $T = 250$ ms. Seul le point de fixation sur le mur reste immobile.

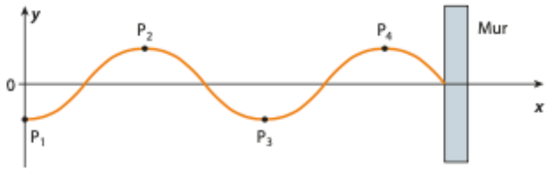
2. On a $v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{3{,}2\ \text{m}}{2{,}1\ \text{s}} = 1{,}5\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

3. a. On lit sur le graphique $\frac{\lambda}{4} = 0{,}10$ m donc $\lambda = 0{,}40$ m.

b. On a $v = \frac{\lambda}{T}$ donc $v_1 = \frac{0{,}40\ \text{m}}{250 \times 10^{-3}\ \text{s}} = 1{,}6\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Les deux valeurs de vitesse obtenues sont proches.

4. On a $t_2 = t_1 + 125$ ms donc $t_2 = t_1 + \frac{T}{2}$ donc les signaux sont décalés d'une demi-période dans le temps et d'une demi longueur d'onde dans l'espace, soit :



21 Ultrasonic diagnosis

Traduction :

Un hôpital utilise un scanner à ultrasons pour localiser les tumeurs dans un tissu. La célérité des ultrasons dans les tissus est 1,7 km/s et leur longueur d'onde est 0,405 mm.

L'amplitude du signal électrique produisant les ultrasons est 4,5 V. Effectuer une représentation temporelle de ce signal.

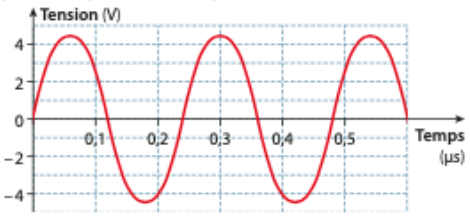
La connaissance de la célérité et de la longueur d'onde permet de calculer la période.

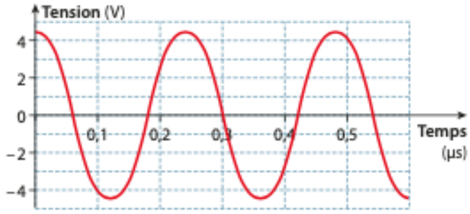
En effet, on a $v = \frac{\lambda}{T}$ ce qui conduit à $T = \frac{\lambda}{v}$.

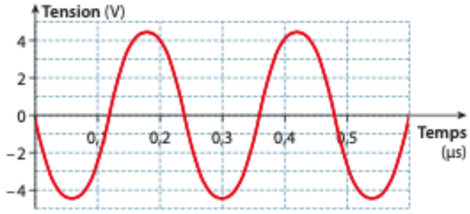
Donc $T = \frac{0{,}405 \times 10^{-3}\ \text{m}}{1{,}7 \times 10^3\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}} = 2{,}4 \times 10^{-7}$ s soit 0,24 µs.

La représentation temporelle est une sinusoïde de période 0,24 µs et d'amplitude 4,5 V.

Exemples de représentations possibles :







Remarque : il y a une infinité de représentations possibles car la tension à l'origine n'est pas connue.

22 Côté maths

1. L'affirmation A est correcte car on constate sur le graphique que l'amplitude est égale à 10 cm.

L'affirmation E est correcte car on constate sur le graphique que la période est 0,5 s.

2. a. On calcule $x(0) = 0$ cm ; $x(0{,}2) = -5{,}9$ cm et $x(0{,}4) = 9{,}5$ cm.

b. Ces points appartiennent bien à la courbe.

23 Qui capte en premier ?

1. On a $v = \frac{d}{\Delta t}$.

On en déduit $\Delta t_{eau} = \frac{d}{v_{eau}}$ et $\Delta t_{air} = \frac{d}{v_{air}}$.

D'après le texte, on sait que $v_{eau} > v_{air}$.

Les nageuses sont à la même distance d du haut-parleur. On peut alors en déduire que $\Delta t_{eau} < \Delta t_{air}$.

La nageuse qui est dans l'eau perçoit le son en premier.

2. $\Delta t = \Delta t_{air} - \Delta t_{eau} = \frac{d}{v_{air}} - \frac{d}{v_{eau}} = d \times \left(\frac{1}{v_{air}} - \frac{1}{v_{eau}}\right)$

3. $\Delta t = 10{,}0\ \text{m} \times \left(\frac{1}{345\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}} - \frac{1}{1\,500\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}}\right) = 2{,}23 \times 10^{-2}\ \text{s} = 22{,}3 \times 10^{-3}\ \text{s} = 22{,}3$ ms.

24 Modélisation d'une propagation

1. La houle à la surface de l'eau correspond à une élongation perpendiculaire à la direction de propagation de l'onde, la surface de l'eau : modèle 2.

Le son dans l'air correspond à une variation de pression dans la direction de propagation de l'onde : modèle 1.

2. Les molécules d'eau transmettent de proche en proche leur mouvement vertical ; les molécules d'air leur déplacement dans la direction de la chaine.

Complément :

Modèle 1 : écartée de sa position d'équilibre une molécule se retrouve plus proche de certaines de ces voisines et plus éloignée d'autres. Les interactions entre molécules sont modifiées et provoquent le déplacement des molécules proches dans la direction de la chaine.

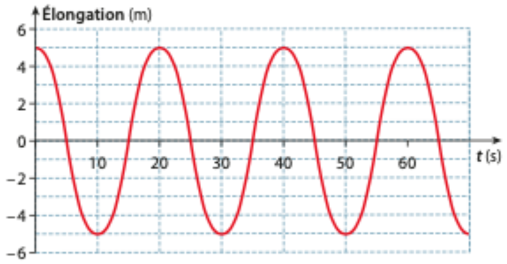
Modèle 2 : écartée de sa position d'équilibre une molécule se retrouve plus éloignée des molécules voisines. Les interactions entre molécules sont modifiées et provoquent le déplacement des molécules proches dans une direction perpendiculaire à la direction de la chaine.

3. Les ressorts permettent de modéliser l'élasticité du milieu.

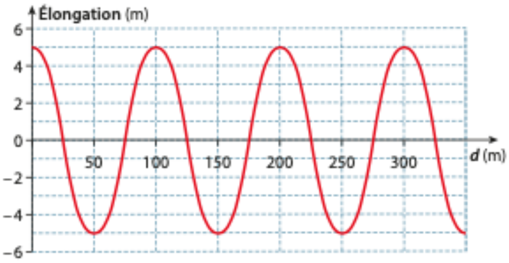
25 Propagation de la houle

1. D'après le texte, la hauteur de la houle est la dénivellation entre une crête et un creux.
L'amplitude de la houle est donc égale à la moitié de sa hauteur c'est-à-dire $\frac{10}{2} = 5{,}0$ m.

2. La représentation temporelle d'un point M de la surface de l'eau est une sinusoïde d'amplitude 5,0 m et de période 20 s.
Exemple de représentation :



3. La représentation spatiale de la surface de l'eau à un instant t est une sinusoïde d'amplitude 5,0 m et de longueur d'onde 100 m.
Exemple de représentation :



4. On a $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{100 \text{ m}}{20 \text{ s}} = 5{,}0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
La célérité de cette houle est égale à $5{,}0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

26 Le télémètre à pointeur laser

1. La variation du signal sur la courbe rouge correspond à la réception de lumière.
Les variations du signal sur la courbe violette correspondent à la réception d'ultrasons.
Les variations du signal sur la courbe bleue correspondent à l'émission d'ultrasons.

2. On lit, sur le graphique donné, une durée entre l'émission et la réception du signal de 15 ms.
Pendant cette durée, le signal parcourt 5,1 m.
On a $v = \frac{d}{\Delta t}$.
Donc $v = \frac{5{,}1 \text{ m}}{15 \text{ s}} = 3{,}4 \times 10^2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
Cette célérité correspond à celle des sons et ultrasons dans l'air.

3. On peut supposer que le laser sert de viseur pour indiquer la distance que mesure le télémètre.

27 À chacun son rythme

Célérité d'une onde ultrasonore

1. Sur l'oscillogramme, on mesure qu'une période des ondes ultrasonores correspond à 5,0 divisions et qu'une division correspond à 5 µs.
On a donc $T = 5{,}0 \times 5 \text{ µs} = 25 \text{ µs} = 25 \times 10^{-6}$ s.

2. La distance d correspond à 10 longueurs d'onde puisque les maxima des deux courbes se sont retrouvés confondus 10 autres fois.
On a donc $\lambda = \frac{d}{10} = \frac{8{,}5 \text{ cm}}{10} = 0{,}85 \text{ cm} = 8{,}5 \times 10^{-3}$ m.

3. a. $v = \frac{\lambda}{T}$.

b. $v = \frac{8{,}5 \times 10^{3} \text{ m}}{25 \times 10^{-6} \text{ s}} = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
La célérité de l'onde ultrasonore dans l'air est $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

28 Exercice python

Simulation de la propagation d'une onde

Ressources python et aide à la mise en œuvre : lycee.hachette-education.com/pc/1re

Remarques sur le code :

• Cet exercice permet de traiter la capacité exigible du programme : « Capacité numérique : Simuler à l'aide d'un langage de programmation, la propagation d'une onde périodique. »

• Le but n'est pas de faire comprendre aux élèves la totalité du code car sa compréhension n'est pas du niveau de ce qui peut être attendu pour un élève de 1re. Il s'agit l'illustrer la propagation, et d'amener les élèves à manipuler une simulation pour en extraire des informations.

• Un autre programme Python proposé en téléchargement permet de traiter la partie : « Capacités numériques : Représenter un signal périodique et illustrer l'influence de ses caractéristiques (période, amplitude) sur sa représentation. ».

Remarques sur le fonctionnement :

• Un affichage montre l'écoulement du temps. Cet écoulement est volontairement ralenti pour faciliter la compréhension.

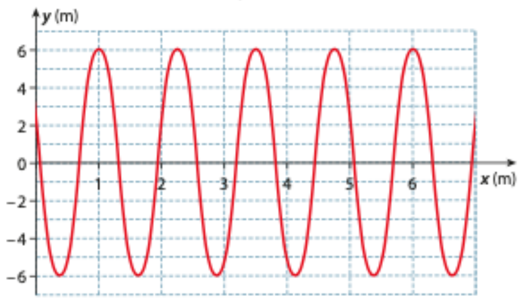
• En cliquant sur l'animation, celle-ci s'arrête, il est alors possible de faire des mesures sur la courbe. L'animation reprend avec un autre clic.

Code utilisé :

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import matplotlib.animation as animation

 dt = 0.01
 nbx = 200

 f=float(input("Indiquer la fréquence de l'onde en hertz :"))
 c=float(input("Indiquer la célérité de l'onde en m/s :"))
 A=float(input("Indiquer l'amplitude de l'onde en mètre :"))

 xmin = 0
 xmax = 5*c/f
 x = np.linspace(xmin, xmax, nbx)
 pause=True

 def onClick(event):
     global pause
 if pause:
         ani.event_source.stop()
         pause = False
 else:
         ani.event_source.start()
         pause = True

 def animate(i):
     t = i * dt
 time_text.set_text(time_template%(t))
     y =A* np.sin(2*np.pi*f*t - 2*np..pi*f*x/c)
line.set_data(x, y)
return line, time_text

 fig = plt.figure() # initialise la figure
 line, = plt.plot([],[])
```

```python

# crée l'arrière de l'animation qui sera présent sur chaque image

plt.grid(which="major",linestyle='-', linewidth=1, color='black')
plt.grid(which="minor",linestyle='--')
ax=plt.gca()
ax.minorticks_on()

plt.xlabel("x(m)")
plt.ylabel("y(m)")
plt.xlim(xmin, xmax)
plt.ylim(-1.5*A,1.5*A)

time_template = 'Time = %.1f s'
time_text = ax.text(0.05, 0.9, '', transform=ax.transAxes)
fig.canvas.mpl_connect('button_press_event', onClick)
ani = animation.FuncAnimation(fig, animate, frames=1000, interval=20, repeat=False)
plt.show()
```

1. Exemple de courbe obtenue avec une fréquence de 4 Hz, une célérité de 5 $m \cdot s^{-1}$ et une amplitude de 6 m.



2. a. La courbe obtenue est la représentation de y, en mètre, en fonction de x, en mètre. Il s'agit d'une représentation spatiale.

b. On a $v = \frac{\lambda}{T}$ donc $\lambda = v \times T = v = \frac{1}{f}$.

Soit $\lambda = 5\ m \cdot s^{-1} \times \frac{1}{4\ s^{-1}} = 1{,}25$ m (ou 1 m en ne conservant qu'un seul chiffre significatif).

Sur l'image on lit $4\lambda = 6\ m - 1\ m = 5$ m.

On en déduit $\lambda = 1{,}25$ m.

La longueur d'onde de l'onde représentée est bien en accord avec les paramètres saisis à la question **1**.

3. Pour que le programme demande directement la période de l'onde il faut modifier la ligne :

```python
f=float(input("Indiquer la fréquence de l'onde en hertz :"))
pour écrire à la place :
T=float(input("Indiquer la période de l'onde en seconde :"))
```

De plus, il faut modifier les lignes du programme qui font appel à la fréquence :

```python
xmax = 5*c/f
devient
xmax = 5*c*T
et
y =A* np.sin(2*np.pi*f*t - 2*np.pi*f*x/c)
devient
y =A* np.sin(2*np.pi/T*t -- 2*np.pi/T*x/c)
```

29 Résolution de problème

Où a eu lieu la détonation ?

1re étape : S'approprier la question posée.

1. Dans quel contexte a lieu cette explosion ?

2. De quelle onde s'agit-il ?

3. Dans quel milieu se propage-t-elle ?

4. Y a-t-il des capteurs et que sait-on sur ces capteurs ?

5. Connait-on la célérité de l'onde ?

6. De quelles données supplémentaires dispose-t-on ?

2^{e} étape : Lire et comprendre les documents

1. Cette explosion s'est produite en pleine mer.

2. L'onde qui se propage est un son (une onde mécanique).

3. Le son se propage dans deux milieux, l'air et l'eau.

4. Le son produit par la détonation est détecté par deux capteurs, l'un situé dans l'air (le rouge), l'autre dans l'eau (le jaune).

5. La célérité de l'onde sonore est connue dans l'air et dans l'eau.

6. La donnée supplémentaire dont on dispose est le retard avec lequel le capteur dans l'air a enregistré le son par rapport au capteur dans l'eau.

3^{e} étape : Dégager la problématique

À quelle distance d des capteurs d'enregistrement se trouve le lieu où s'est produite la détonation ?

4^{e} étape : Construire la réponse

– Exprimer la durée t_{air} mise par le son de l'explosion pour atteindre le capteur rouge (air) en fonction de d et de la célérité v_{air} du son dans l'air qui est connue.

– Exprimer la durée t_{eau} mise par le son de l'explosion pour atteindre le capteur jaune (eau) en fonction de d et de la célérité v_{eau} du son dans l'eau qui est connue.

– Exprimer le retard d'enregistrement Δt du capteur rouge (air) sur le capteur jaune (eau).

– Isoler d.

– Calculer d.

5^{e} étape : Répondre

• Présenter le contexte et introduire la problématique.

On nous demande de déterminer la distance d entre les capteurs d'enregistrement et le lieu où s'est produite la détonation.

• Mettre en forme la réponse.

Tout d'abord, la durée t_{air} mise par le son de l'explosion pour atteindre le capteur rouge a pour expression : $t_{air} = \frac{d}{v_{air}}$.

De même, la durée t_{eau} mise par le son de l'explosion pour atteindre le capteur jaune a pour expression : $t_{eau} = \frac{d}{v_{eau}}$.

On en déduit le retard $\Delta t = t_{air} - t_{eau}$.

Il vient $\Delta t = \frac{d}{v_{air}} - \frac{d}{v_{eau}} = d \times \left(\frac{1}{v_{air}} - \frac{1}{v_{eau}}\right) = d \times \left(\frac{v_{eau} - v_{air}}{v_{eau} - v_{air}}\right)$.

On isole la distance d : $d = \Delta t \times \left(\frac{v_{eau} \times v_{air}}{v_{eau} \times v_{air}}\right)$.

Et donc : $d = 16{,}43\ s \times \left(\frac{1\,500\ m \cdot s^{-1} \times 345\ m \cdot s^{-1}}{1\,500\ m \cdot s^{-1} - 345\ m \cdot s^{-1}}\right) = 7{,}36 \times 10^{3}$ m.

• Conclure et introduire, quand c'est possible, une part d'esprit critique.

L'explosion a eu lieu à $7{,}36 \times 10^{3}$ m du bateau, soit un peu plus de 7 km.

30 Exercice à caractère expérimental

Compléter un « sketch » Arduino

Ressources Arduino et aide à la mise en œuvre : lycee.hachette-education.com/pc/1re

1. La ligne 28 montre que le sketch utilise une variable appelée « `duree_echo` ». Cette variable est présentée dans le commentaire de la ligne 6, elle est à définir dans la ligne 7.

La ligne 30 permet de calculer la variable « `distance` ». Cette variable est présentée dans le commentaire de la ligne 8, elle est à définir dans la ligne 9.

On a donc :

ligne 7 : `float duree_echo;`
ligne 9 : `float distance;`

2. On a $v = \frac{d}{\Delta t}$.

On en déduit $d = v \times \Delta t$.

Pour calculer la distance, il faut donc multiplier la vitesse, en $m \cdot s^{-1}$, par la durée de propagation correspondant à l'aller ou au retour, pas à l'aller-retour, en s.

On a ainsi pour la ligne 30 :

```
distance = ( duree_echo * 1E-6 / 2 * 345 ) ;
```

La durée mesurée, « `duree_echo` », correspond à la durée d'un aller-retour. La durée de l'aller est donc la moitié, d'où `duree_echo / 2`.

On multiplie la durée par 1E-6 qui signifie 1×10^{-6} pour convertir les microsecondes en secondes.

La valeur 345 ($m \cdot s^{-1}$) correspond à la célérité des ultrasons.

3. Pour avoir une distance en centimètre et pas en mètre, il faut multiplier par 100 la valeur calculée à la ligne 30.

Il faut aussi changer l'unité affichée sur la ligne 33.

Pour avoir un seul chiffre significatif il faut changer le chiffre sur la ligne 32.

Cela conduit à :

```
30 distance = (duree_echo * 1E-6 * 345 / 2)*1E2;
31 Serial.print("Distance d = ");
32 Serial.print(distance, 1);
33 Serial.println("cm");
```

4. La distance est obtenue en calculant la moyenne des 9 valeurs affichées : $d = 0{,}26644$ m

L'écart-type de cette série est $\sigma_{n-1} = 0{,}0046$ m.

L'incertitude-type est $u(d) = \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{N}} = \frac{0{,}0046 \text{ m}}{\sqrt{9}} = 0{,}0015$ m

On l'arrondit par excès à 0,002 m.

On a finalement $d = (0{,}266 \pm 0{,}002)$ m.

31 Résolution de problème

Séisme en Indonésie

1re étape : S'approprier la question posée.

1. À quelle distance de Grande Nicobar a eu lieu le séisme ?

2. De quelle onde s'agit-il ?

3. Dans quel milieu se propage-t-elle ?

4. Connait-on la célérité de l'onde ?

2e étape : Lire et comprendre les documents

1. D'après le document A, en tenant compte de l'échelle, une partie du trajet du tsunami se situe dans l'océan de profondeur de l'ordre de 2 000 m et une autre partie dans l'océan de profondeur de l'ordre de 1 000 m.

2. Il s'agit d'un tsunami c'est-à-dire d'une onde mécanique conséquence d'un séisme.

3. Le milieu de propagation est l'eau.

4. D'après le document B :

– La longueur d'onde d'un tsunami est de l'ordre de la centaine de kilomètre.

– On peut connaitre la célérité de l'onde. Tout le long du parcours de l'onde, sa longueur d'onde λ est telle que $\lambda > 10\,h$ avec h la profondeur locale de l'océan. Donc $v = \sqrt{g \times h}$.

3e étape : Dégager la problématique

La durée pour se mettre à l'abri correspond à la durée mise par le tsunami pour atteindre l'île. Quelle est la durée nécessaire pour que le tsunami se propage de l'épicentre jusqu'à l'île de Grande Nicobar ?

4e étape : Construire la réponse

– Déterminer la distance qui sépare l'île de l'épicentre, d'après le document A.

– Exprimer la durée Δt_1 mise par le tsunami pour parcourir 250 km pour une profondeur $h_1 = 2\,000$ m.

Exprimer la durée Δt_2 mise par le tsunami pour parcourir 250 km pour une profondeur $h_2 = 1\,000$ m.

Exprimer durée totale Δt mise par le tsunami pour parcourir la distance totale.

Calculer Δt.

5e étape : Répondre

• Présenter le contexte et introduire la problématique.

On nous demande de déterminer la durée dont les habitants de l'île disposent pour se mettre à l'abri qui correspond à la durée mise par le tsunami pour atteindre l'île.

• Mettre en forme la réponse.

Tout d'abord, d'après le document A, en tenant compte de l'échelle, la distance qui sépare l'île de l'épicentre est environ 500 km. Le tsunami parcourt environ 250 km sur des fonds dont la profondeur est de l'ordre de 2 000 m puis environ 250 km sur des fonds dont la profondeur est de l'ordre de 1 000 m.

La durée Δt_1 mise par le tsunami pour parcourir 250 km pour une profondeur $h_1 = 2\,000$ m a pour expression :

$\Delta t_1 = \frac{d}{v} = \frac{d}{\sqrt{g \times h_1}}$.

De même, la durée Δt_2 mise par le tsunami pour parcourir 250 km pour une profondeur $h_2 = 1\,000$ m a pour expression :

$\Delta t_2 = \frac{d}{v} = \frac{d}{\sqrt{g \times h_2}}$.

La durée totale $\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 = \frac{250 \times 10^3 \text{ m}}{\sqrt{9{,}8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \times 2\,000 \text{ m}}}$

$= 4{,}3 \times 10^3$ s soit environ une heure et douze minutes.

• Conclure et introduire, quand c'est possible, une part d'esprit critique.

Les habitants de l'île de Grande Nicobar ont environ une heure douze minutes pour se mettre à l'abri, s'ils sont prévenus immédiatement.

Mais la détermination de la profondeur des océans sur la carte est imprécise et elle a une influence sur la célérité et donc sur la durée de propagation de l'onde. La durée déterminée est donc peu précise.

32 La propagation d'une onde

1. La mesure de la distance entre le plus grand nombre possible de crêtes permet d'augmenter la précision de la mesure.

2. La distance mesurée d est la distance entre 11 lignes de crêtes consécutives, c'est-à-dire 10 longueurs d'onde.

On a donc $\lambda = \frac{d}{10} = \frac{10{,}1 \text{ cm}}{10} = 1{,}01$ cm.

La longueur d'onde λ de l'onde se propageant à la surface de l'eau est 1,01 cm.

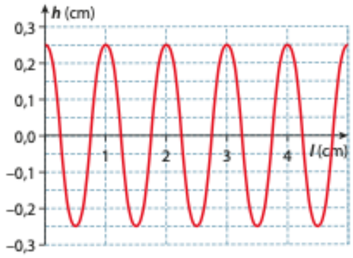
3. a. Sur le graphique, 3 longueurs d'onde s'étendent sur 3,0 cm d'où $\lambda = 1{,}0$ cm.

b. Le niveau moyen de l'eau se situe à 0,25 cm. La hauteur maximale atteinte par la surface de l'eau est 0,50 cm ; l'amplitude est donc $A = 0{,}50 \text{ cm} - 0{,}25 \text{ cm} = 0{,}25$ cm.

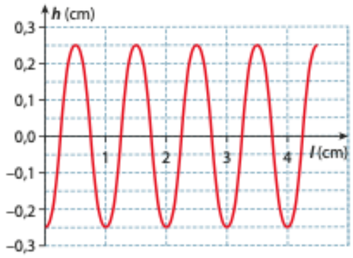
4. Le vibreur a une fréquence de 25 Hz ; il en est de même de la fréquence des ondes à la surface de l'eau.

La période de ces ondes est donc $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{25 \text{ Hz}} = 0{,}040$ s car $1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$.

À $t_1 = 0{,}040$ s, soit une période plus tard qu'à la date $t = 0$ s de la représentation donnée dans l'énoncé, l'onde a parcouru une distance égale à une longueur d'onde. L'aspect de la surface de l'eau est le même.



À $t_2 = 0{,}060$ s, soit une demi période plus tard qu'à la date t_1, l'onde a parcouru une distance égale à 0,5 longueur d'onde. L'aspect de la surface de l'eau est décalé d'une demi-longueur d'onde.



5. $v = \lambda \times f = 1{,}0 \times 10^{-2}\ \text{m} \times 25\ \text{s}^{-1} = 0{,}25\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.
La célérité de l'onde est $0{,}25\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.
6. La longueur d'onde λ' est plus élevée que λ, la fréquence de change pas.
Or $v' = \lambda' \times f$ donc $v' > v$.
Plus la hauteur d'eau dans la cuve augmente, plus la célérité augmente.

33 La piscine
1. A représente l'amplitude de l'onde progressive sinusoïdale et T sa période.
$A = 1{,}5$ cm et $T = \dfrac{1}{f} = \dfrac{1}{2{,}5\ \text{Hz}} = 0{,}40$ s.
2. $z(t = 10\ \text{s}) = 1{,}5\ \text{cm} \times \cos\left(\dfrac{2\pi}{0{,}40\ \text{s}} \times 10\ \text{s} + \dfrac{\pi}{2}\right) = -1{,}4$ cm.
L'élongation à $t = 10$ s est $-1{,}4$ cm.
3. $z(t) = 0 = 1{,}5\ \text{cm} \times \cos\left(\dfrac{2\pi}{0{,}40\ \text{s}} \times t + \dfrac{\pi}{2}\right)$ or $\cos x = 0$ si $x = \left(k + \dfrac{1}{2}\right)\pi$ avec k un entier.
Donc $\dfrac{2\pi}{0{,}40} t + \dfrac{\pi}{2} = \left(k + \dfrac{1}{2}\right)\pi$, il vient $t = 0{,}2k$.
Le ballon est au niveau $z = 0$ m pour $t = 0{,}2$ s ; 0,4 s ; 0,6 s ; 0,8 s ; 1,0 s ; 1,2 s et 1,4 s.

Vers l'épreuve écrite p. 301

34 Foyer d'ondes sismiques (40 min)
1. Les ondes sismiques se propagent dans la Terre. Grâce à l'élasticité du sol, la perturbation se transmet de proche en proche.
2. Le tableau est complété par lecture du doc. B :

Station	t_P	t_S	$t_S - t_P$
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	13 s
FR.LRVF	6 h 47 min 15 s	6 h 47 min 33 s	18 s

3. $v_S = \dfrac{d}{t_S - t_0}$ et $v_P = \dfrac{d}{t_P - t_0}$.
4. $t_S - t_0 = \dfrac{d}{v_S}$ et $t_P - t_0 = \dfrac{d}{v_P}$.
Il vient $t_S - t_P = \dfrac{d}{v_S} - \dfrac{d}{v_P}$.
5. $t_S - t_P = d \times \left(\dfrac{1}{v_S} - \dfrac{1}{v_P}\right) = d \times \dfrac{v_P - v_S}{v_S \times v_P}$
D'où $d = \dfrac{v_P \times v_S}{v_P - v_S} \times (t_S - t_P)$.
6. Pour la station FR.CHIF,
$d_1 = \dfrac{6{,}0\ \text{km}\cdot\text{s}^{-1} \times 3{,}5\ \text{km}\cdot\text{s}^{-1}}{6{,}0\ \text{km}\cdot\text{s}^{-1} - 3{,}5\ \text{km}\cdot\text{s}^{-1}} \times 6\ \text{s} = 5 \times 10^1$ km ;
Pour la station FR.MMF,
$d_2 = \dfrac{6{,}0\ \text{km}\cdot\text{s}^{-1} \times 3{,}5\ \text{km}\cdot\text{s}^{-1}}{6{,}0\ \text{km}\cdot\text{s}^{-1} - 3{,}5\ \text{km}\cdot\text{s}^{-1}} \times 13\ \text{s} = 1{,}1 \times 10^2$ km ;
Pour la station FR.LRVF,
$d_3 = \dfrac{6{,}0\ \text{km}\cdot\text{s}^{-1} \times 3{,}5\ \text{km}\cdot\text{s}^{-1}}{6{,}0\ \text{km}\cdot\text{s}^{-1} - 3{,}5\ \text{km}\cdot\text{s}^{-1}} \times 18\ \text{s} = 1{,}5 \times 10^2$ km.
7. On trace sur une carte, trois cercles à l'échelle centrés sur les trois stations de rayons respectifs d_1, d_2 et d_3. Le point d'intersection entre ces trois cercles correspond au foyer du séisme.
8. – La détermination de $t_S - t_P$ est approximative sur les courbes du sismographe et de ce fait la valeur de d calculée l'est aussi ;
– les valeurs des distances d sont calculées dans l'hypothèse où les ondes sismiques se propagent en ligne droite et à la surface de la Terre.

35 Microphone et signal (20 min)
1. Il s'agit d'une représentation temporelle (temps en abscisse). Ce signal a pour amplitude 200 mV et pour période 2,0 ms.
2. La célérité du son est donnée et $v = \dfrac{\lambda}{T}$ d'où $\lambda = v \times T = 330\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1} \times 2{,}0 \times 10^{-3}\ \text{s} = 6{,}6 \times 10^{-1}$ m.
La longueur d'onde des ondes sonores est $6{,}6 \times 10^{-1}$ m.
3. La célérité du son a changé mais pas sa fréquence ni sa période; la longueur d'onde a donc changé, l'amplitude également a pu changer.

Vers l'oral p. 302

36 Application
Ressources python :
lycee.hachette-education.com/pc/1re

Je m'exprime à l'oral sur

Les ondes mécaniques

- **Quelles sont les caractéristiques d'une onde mécanique ?**

Les ondes mécaniques sont caractérisées par leur vitesse, leur amplitude, leur fréquence et leur longueur d'onde si elles sont périodiques.

- **Citer des exemples d'ondes mécaniques.**

La houle, les ondes sismiques, les olas, les sons, les ultrasons sont des ondes mécaniques.

- **Quelle est la différence entre une représentation spatiale et une représentation temporelle d'une onde mécanique ?**

La représentation spatiale de l'onde indique l'évolution de la grandeur physique perturbée dans l'espace : dans une ola par exemple la hauteur h des mains en fonction de l'abscisse X de chacune des mains.
La représentation temporelle de l'onde indique l'évolution de la grandeur physique perturbée en un point de l'espace au cours du temps t : dans une ola par exemple la hauteur d'une main h à des instants successifs ;

- **Quels sont les paramètres du milieu qui influent sur la propagation d'une onde mécanique ?**

Les paramètres du milieu qui influent sur la célérité de l'onde sont l'élasticité (ou l'inertie et la raideur), la température, la pression, l'état physique, la densité…

- **Existe-t-il des ondes d'une autre nature que mécanique ?**

D'autres ondes ne nécessitent pas de milieu matériel pour se propager, ce sont les ondes électromagnétiques : rayons γ, X, UV, visible, infra rouge, microondes, ondes radio…