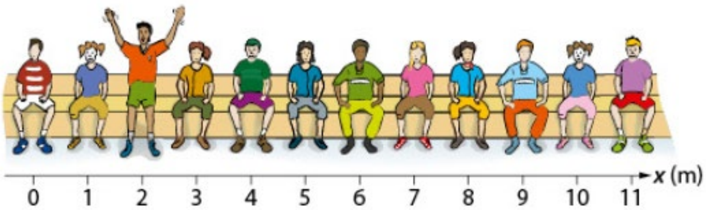
9 La ola

Dans des gradins, les milieux de chaque siège sont distants d'un mètre. Une ola est générée à la date $t = 0$: le personnage assis à la position $x = 0$ déclenche la ola en se levant, puis en s'essayant. À la date $t = 2$ s, elle a parcouru 2 m. On obtient la situation suivante :



1. Avec quel retard par rapport à l'instant initial le personnage placé à la position $x = 7$ m va-t-il se lever et s'asseoir ?

2. a. Reproduire la situation du dessin, en ne représentant que les nombrils des différents personnages par des croix. On admettra que les personnages ont la même taille. Les nombrils des spectateurs assis sont sur la même droite.

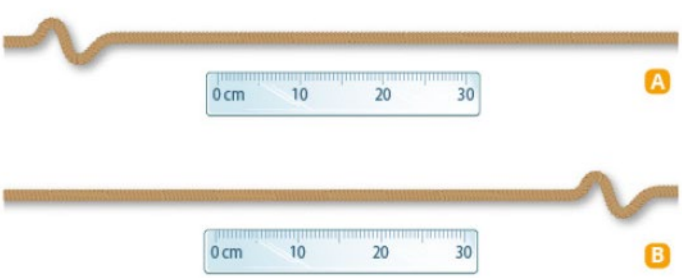
b. Représenter, les uns au-dessus des autres, les positions des nombrils aux dates $t_1 = 2$ s, $t_2 = 7$ s et $t_3 = 11$ s.

c. La progression de la ola simule-t-elle la propagation d'une onde mécanique progressive ?

3. Avec quelle célérité se déplace la ola ?

10 Célérité d'une onde le long d'une corde

Une onde se propage le long d'une corde élastique tendue horizontalement. On représente la situation à deux instants A et B, séparés d'une durée $\Delta t = 165$ ms.



1. a. Que peut-on dire du mouvement d'un point de la corde ?

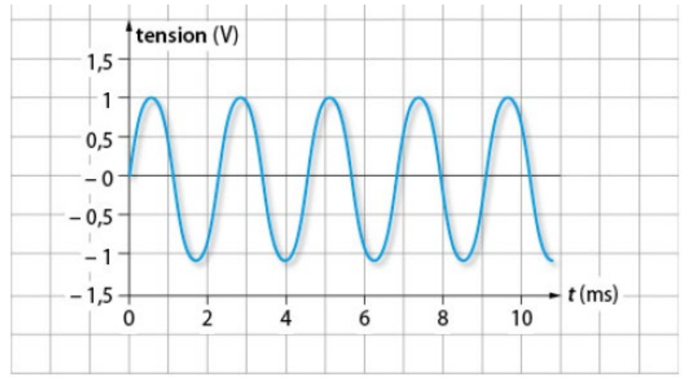
b. Comment qualifie-t-on ce type d'onde ?

2. Mesurer la distance parcourue par l'onde progressive au cours de la durée Δt.

3. Calculer la célérité v de l'onde le long de la corde.

15 Son émis par un diapason

À l'aide d'un logiciel de traitement, l'enregistrement du son émis par un diapason qui donne le *la* 440 Hz permet d'obtenir la courbe suivante.



1. Que représente la valeur 440 Hz associée à la note du diapason ?

2. a. Déterminer la période du signal enregistré.

b. En déduire sa fréquence et dire si elle caractérise bien la note du diapason.

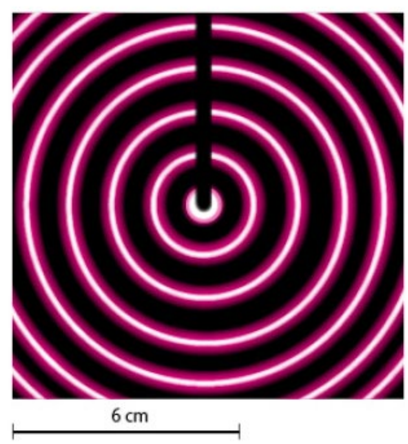
3. On double la fréquence du son enregistré mais on ne change pas la base de temps au niveau de l'enregistrement.

a. Comment évolue la courbe présente sur l'enregistrement ?

b. Déterminer la nouvelle valeur de la période.

30 Cuve à ondes CALCUL MENTAL

Dans une cuve à ondes, on utilise un vibreur et on visualise des cercles concentriques à un instant t.



1. a. Définir ce qu'on appelle une longueur d'onde.

b. Proposer une stratégie pour déterminer la valeur d'une longueur d'onde λ.

c. Déterminer la valeur de λ.

2. On appelle T la période de l'onde mécanique progressive qui se propage à la surface de l'eau.

Représenter l'allure de la surface avec des cercles concentriques :

– à l'instant $t + T$;

– à l'instant $t + \frac{T}{2}$.

20 Onde sur une corde

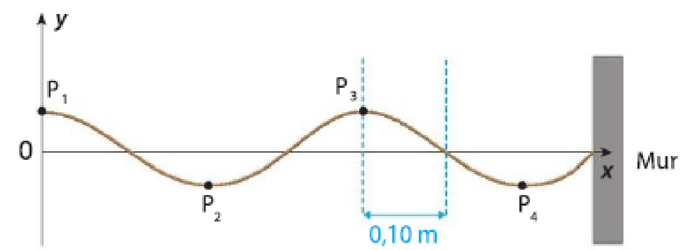
Identifier les paramètres qui influencent un phénomène ; confronter un modèle à des résultats expérimentaux.

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 :



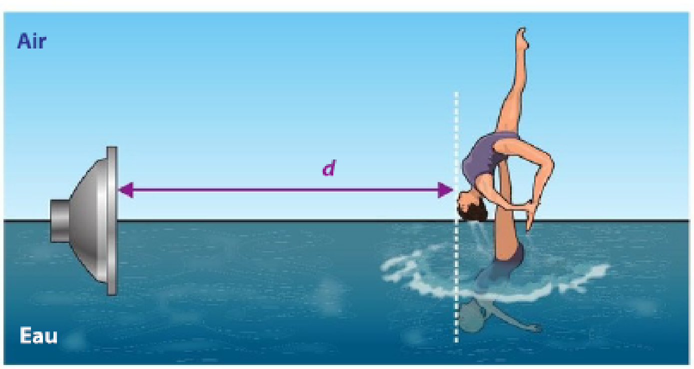
a. Déterminer la longueur d'onde λ de l'onde sinusoïdale.

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.

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 :
$v_{air} = 345\ m \cdot s^{-1}$ et $v_{eau} = 1\,500\ m \cdot s^{-1}$.

1. Quelle nageuse perçoit le son en premier ?

2. La durée séparant la détection du son par les deux nageuses est notée Δt. Exprimer cette durée Δt en fonction des célérités du son dans l'eau et dans l'air et de la distance d.

3. Calculer cette durée lorsque $d = 10,0$ m.

32 La propagation d'une onde

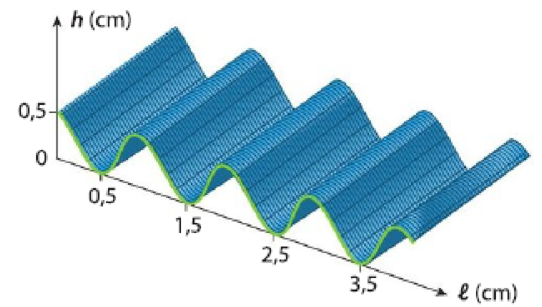
Extraire l'information ; identifier les paramètres qui influencent un phénomène.

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 λ ?

2. Quelle est la longueur d'onde λ 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.

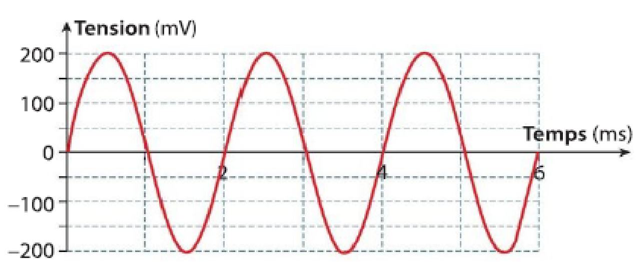
5. Calculer la célérité v de cette onde.

6. La hauteur h de l'eau dans la cuve est augmentée, la longueur d'onde λ' 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.

35 CORRIGÉ 20 min Microphone et signal

Exploiter des informations ; effectuer des calculs ; faire un schéma adapté.

Un microphone a enregistré un son se propageant dans l'air. Le signal obtenu est représenté ci-dessous.



1. Déterminer les caractéristiques de ce signal à partir de l'enregistrement. Utiliser le réflexe 4

2. En déduire la longueur d'onde des ondes sonores captées par le microphone. Utiliser le réflexe 3

3. Un son de même fréquence est enregistré pour une célérité du son de 350 $m \cdot s^{-1}$.
Quelles caractéristiques ont ou peuvent avoir changé ?

Donnée

• Dans ces conditions, $v_{son} = 330\ m \cdot s^{-1}$.

9 **1.** Si en 2 s la ola a parcouru 2 m, elle aura parcouru 7 m en 7 s. Donc le personnage placé à la position x = 7 m va se lever et s'asseoir avec un retard de $\tau = 7$ s.

X
X X X X X X X X X X X

2. a. et **b.** Pour $t_1 = 2$ s :

X
X X X X X X X X X X X

Pour $t_2 = 7$ s :

X
X X X X X X X X X X X

Pour $t_3 = 11$ s :

X
X X X X X X X X X X X

c. La progression de la ola est bien la propagation d'une perturbation dans un milieu matériel sans transport de matière : elle simule bien la propagation d'une onde mécanique progressive.

3. La ola se déplace avec une célérité de 1 $m \cdot s^{-1}$.

10 **1. a.** Un point de la corde bouge verticalement mais ne bouge pas dans la direction de la propagation.
b. C'est une onde mécanique progressive.

2. 30 cm sur la règle fait 3,0 cm sur le dessin. L'échelle est donc de 1/10. Pendant Δt, l'onde parcourt 6,5 cm sur le dessin et donc 65 cm en réalité.

3. On en déduit la célérité v de l'onde le long de la corde $v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{0{,}65}{0{,}165} = 3{,}9\ m \cdot s^{-1}$.

15 **1.** La valeur 440 Hz correspond à la fréquence du son émis.

2. a. On a $4T = 9{,}0\ \text{div} \times 1\ \text{ms} \cdot \text{div}^{-1} = 9{,}0$ ms.
Donc $T = 2{,}25$ ms donc $T = 2{,}3$ ms en tenant compte des chiffres significatifs.

b. On en déduit que : $f = \frac{1}{T} = 4{,}4 \times 10^2$ Hz.
Elle caractérise bien la note du diapason.

3. Si on double la fréquence sans changer la base de temps :
a. on obtient un signal plus « écrasé » ;
b. si on double la fréquence, la période est divisée par deux : $T' = \frac{T}{2} = \frac{2{,}3}{2} = 1{,}1$ ms.

30 **1. a.** La longueur d'onde est la plus petite distance qui sépare deux points qui vibrent en phase.
b. La longueur d'onde correspond à la distance qui sépare deux crêtes claires ou deux crêtes sombres. Pour être précis, on en détermine plusieurs (sur une plus grande longueur).
c. $5\lambda = 6$ cm on en déduit $\lambda = 1{,}2$ cm.

2. Des représentations, on peut dire :
– à l'instant $t + T$; on retrouve la même allure que la photo initiale (centre clair) ;
– à l'instant $t + \frac{T}{2}$; on a une allure complémentaire à celle de la photo initiale (centre sombre).

20 Onde sur une corde

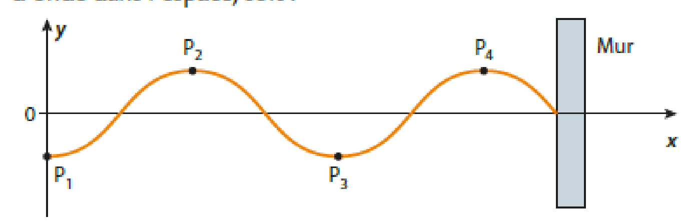
1. Chaque point de la corde effectue des oscillations verticales dont la période est $T = 250$ ms. Seul le point de fixation sur le mur reste immobile.

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

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 $v_1 = \frac{0{,}40\ \text{m}}{250 \times 10^{-3}\ \text{s}} = 1{,}6\ m \cdot s^{-1}$.
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 :



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.

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.

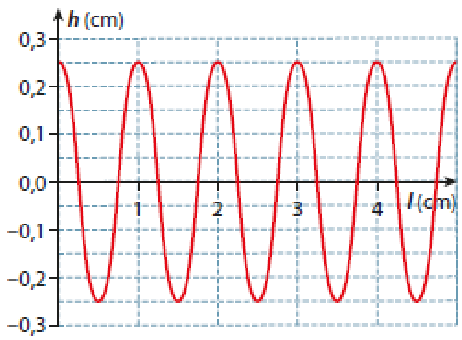
3. a. Sur le graphique, 3 longueurs d'onde s'étendent sur 3,0 cm d'où $\lambda = 1{,}0$ cm.

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.

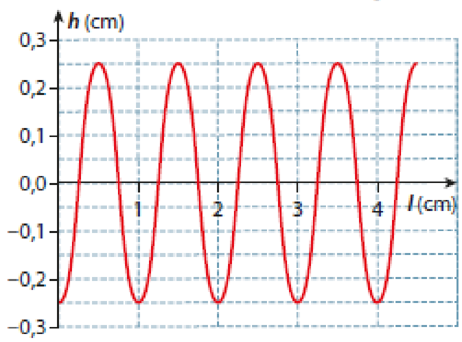
4. Le vibreur a une fréquence de 25 Hz ; il en est de même de la fréquence des ondes à la surface de l'eau.

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

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.

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