

Ondes mécaniques

Exercices de sciences physiques - niveau 1re

Vingt exercices progressifs d'entraînement sur les ondes mécaniques : définitions, célérité, période et longueur d'onde, lecture de graphiques et de signaux, retard et phase, puis des problèmes plus ouverts. Cherche seul(e), puis vérifie avec le corrigé séparé.

Cette fiche d'exercices est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

Les exercices sur les ondes mécaniques

Exercice 1 : Questions de cours

1. Définis une onde mécanique progressive.
2. Une onde transporte-t-elle de la matière ? de l'énergie ?
3. Donne trois exemples d'ondes mécaniques.
4. Qu'est-ce qu'une onde transversale ? une onde longitudinale ?

Exercice 2 : Vrai ou faux ?

Dis si chaque affirmation est vraie ou fausse et justifie.

- a. Une onde mécanique peut se propager dans le vide.
- b. La fréquence d'une onde est égale à l'inverse de sa période.
- c. La longueur d'onde s'exprime en hertz.
- d. Le son se propage plus vite dans l'air que dans l'eau.
- e. La fréquence d'une onde change quand elle passe d'un milieu à un autre.
- f. Dans une onde sonore, les molécules d'air oscillent parallèlement à la direction de propagation.
- g. Deux points en opposition de phase ont toujours des mouvements de sens contraires.

Exercice 3 : Transversale ou longitudinale ?

Pour chaque onde, indique si elle est transversale ou longitudinale en justifiant :

- a. une onde le long d'une corde secouée verticalement ;
- b. le son qui se propage dans l'air ;
- c. une compression qui se propage le long d'un ressort étiré ;

- d. une onde sismique S ;
- e. une onde sismique P ;
- f. la « ola » dans un stade (les spectateurs se lèvent puis se rassient à tour de rôle).

Exercice 4 : Période et fréquence

Complète en calculant :

- a. $T = 2,5 \text{ ms}$: $f = ?$
- b. $f = 50 \text{ Hz}$: $T = ?$
- c. $f = 2,0 \text{ kHz}$: $T = ?$
- d. $T = 0,10 \text{ s}$: $f = ?$

Exercice 5 : L'écho dans la vallée

Un randonneur crie face à une paroi rocheuse et entend son écho 2,4 s plus tard.
Célérité du son dans l'air : 340 m/s.

1. Quelle distance totale le son a-t-il parcourue ?
2. En déduis la distance qui sépare le randonneur de la paroi.
3. Pourquoi faut-il être à plus de 17 m environ de la paroi pour distinguer un écho (l'oreille sépare deux sons distants d'au moins 0,1 s) ?

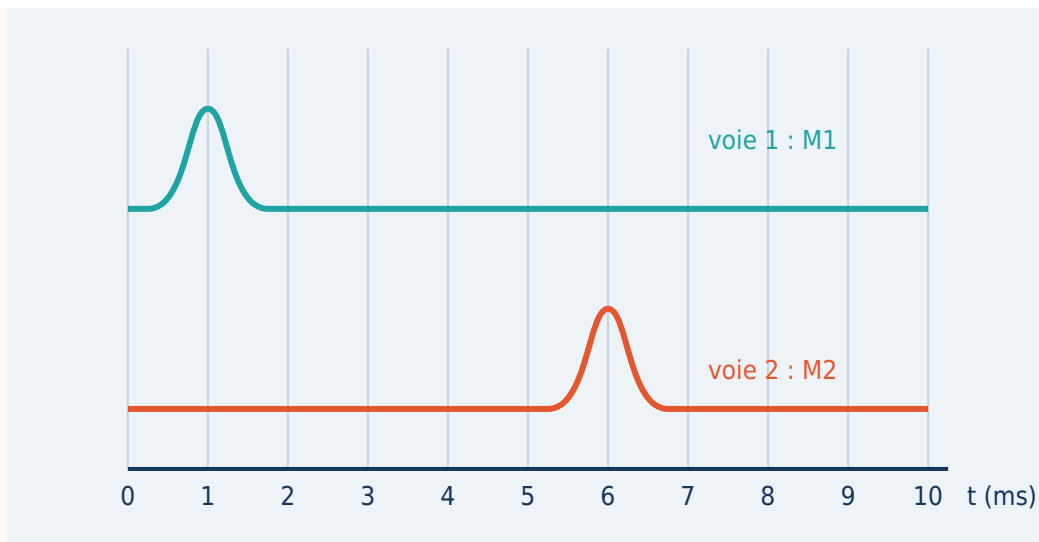
Exercice 6 : Le sonar d'un bateau

Un sonar émet une brève impulsion d'ultrasons vers le fond. Célérité des ultrasons dans l'eau : 1 500 m/s.

1. L'écho revient après 0,080 s. Calcule la profondeur de l'eau.
2. Quelle durée faudrait-il attendre pour un fond situé à 150 m ?
3. Pourquoi ne peut-on pas utiliser un sonar à ondes radio (ondes électromagnétiques) dans l'eau de mer de la même façon ? Réponds en une phrase en t'appuyant sur la nature des ondes mécaniques.

Exercice 7 : Deux microphones

Deux microphones M_1 et M_2 alignés avec un haut-parleur sont distants de $d = 1,70 \text{ m}$.
Un claquement bref est enregistré par les deux voies d'un oscilloscope.



Enregistrement du claquement par les deux microphones.

1. Lis la date d'arrivée du signal sur chaque voie, puis détermine le retard τ .
2. Calcule la célérité du son.
3. Quel serait le retard si M_2 était placé à 2,55 m de M_1 ?

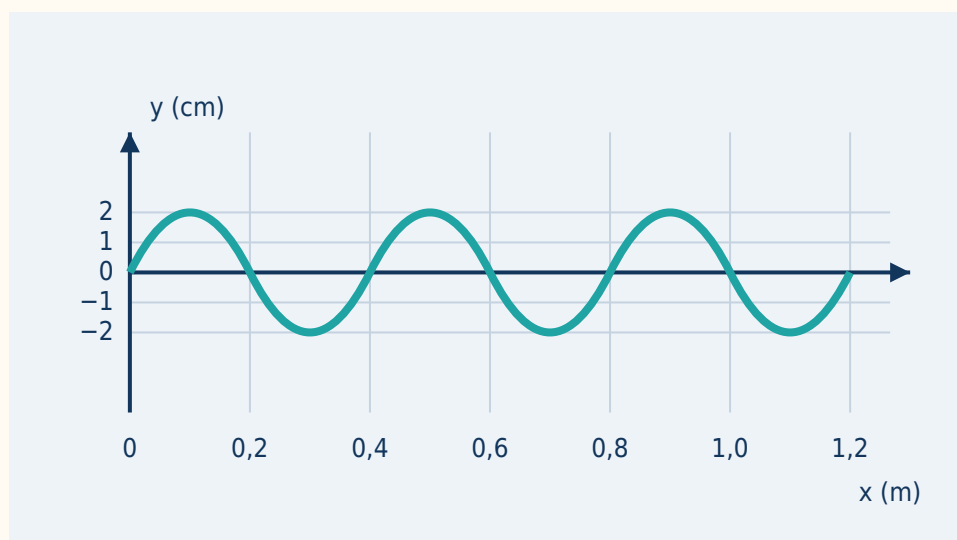
Exercice 8 : Longueur d'onde d'un son

Célérité du son dans l'air : $v = 340$ m/s.

1. Calcule la longueur d'onde d'un son de fréquence 440 Hz.
2. Même question pour 20 Hz (grave limite) et pour 20 kHz (aigu limite).
3. Pourquoi peut-on entendre une conversation de l'autre côté d'un coin de mur alors qu'on ne voit pas la personne ? (réponds en comparant les ordres de grandeur de λ).

Exercice 9 : Une photographie de la corde

Une onde sinusoïdale se propage vers la droite le long d'une corde à la célérité $v = 2,0$ m/s. Le graphique donne l'élongation y de la corde à une date $t = 0$.

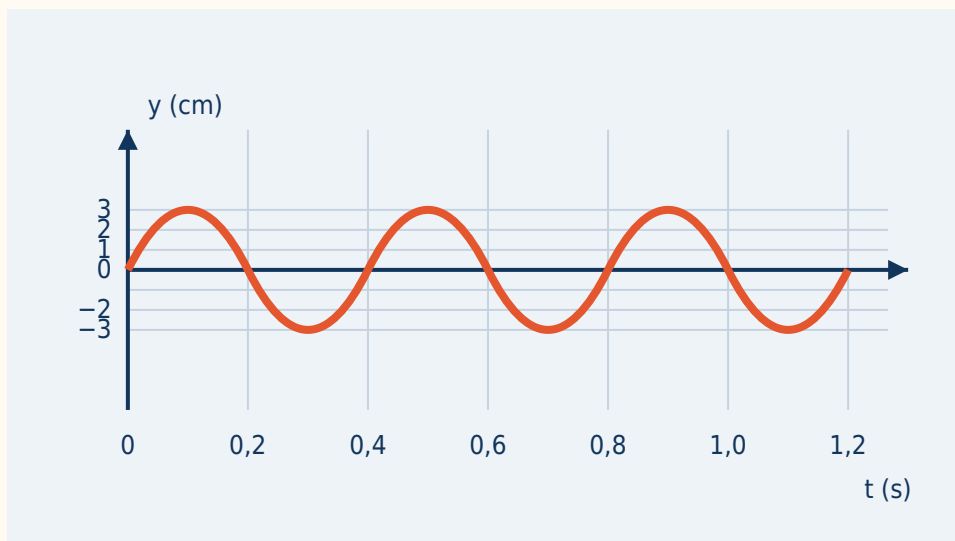


Aspect de la corde à la date $t = 0$.

1. Détermine l'amplitude et la longueur d'onde.
2. Calcule la période T puis la fréquence f .
3. De quelle distance l'onde a-t-elle avancé en $0,050$ s ? Comment se déplace alors la crête qui était en $x = 0,1$ m ?

Exercice 10 : Le mouvement d'un point

Un capteur placé en un point M de la corde, à $0,90$ m de la source, enregistre l'élongation y de M en fonction du temps. La longueur d'onde vaut $\lambda = 0,60$ m.



Élongation du point M en fonction du temps.

1. Détermine l'amplitude et la période, puis la fréquence.
2. Calcule la célérité de l'onde.
3. Calcule le retard de M par rapport à la source.

Exercice 11 : Retard sur une corde

Une onde se propage le long d'une corde à la célérité $v = 2,5$ m/s. La source S atteint son élongation maximale ($+2,0$ cm) à la date $t = 0,50$ s. Un point M est situé à $1,5$ m de S.

1. Calcule le retard τ de M sur S.
2. À quelle date M atteint-il à son tour $+2,0$ cm ?
3. Depuis combien de temps M oscille-t-il à la date $t = 1,0$ s ?
4. Exprime $y_M(t)$ en fonction de y_S .

Exercice 12 : En phase ou en opposition ?

Une onde périodique a pour longueur d'onde $\lambda = 0,50$ m. Pour chaque couple de points distants de d , indique s'ils vibrent en phase, en opposition de phase, ou ni l'un ni l'autre :

- a. $d = 1,00 \text{ m}$;
- b. $d = 0,75 \text{ m}$;
- c. $d = 0,60 \text{ m}$;
- d. $d = 0,25 \text{ m}$.

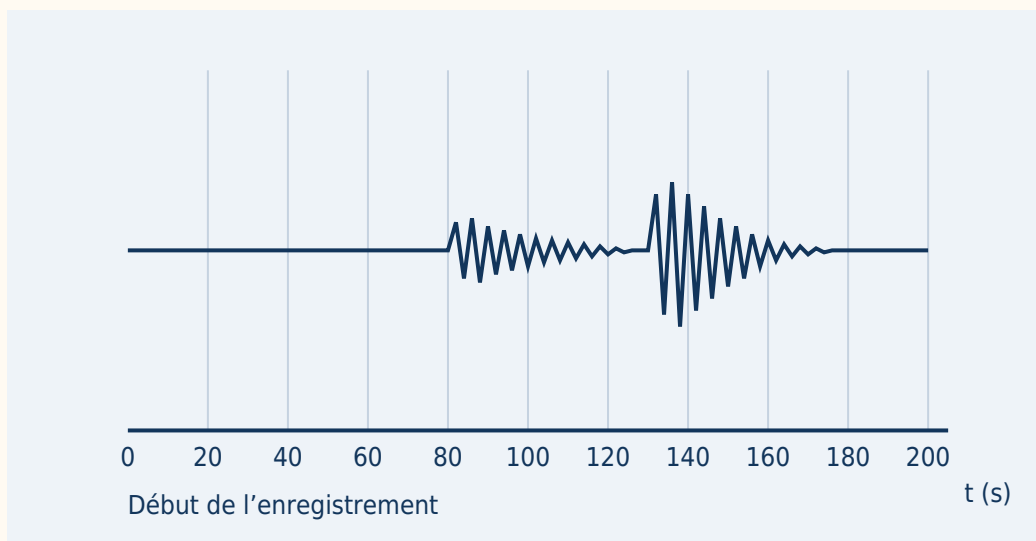
Exercice 13 : Du son dans différents milieux

Célérités du son : air à 20°C : 343 m/s ; eau : $1,48 \times 10^3 \text{ m/s}$; acier : $5,9 \times 10^3 \text{ m/s}$.
 Dans l'air, la célérité dépend de la température θ (en $^\circ\text{C}$) selon la relation approchée $v \approx 331 + 0,6 \times \theta$ (v en m/s).

1. Calcule la durée que met le son pour parcourir $1,0 \text{ km}$ dans chaque milieu.
2. Calcule la célérité du son dans l'air à 35°C . Quelle durée pour parcourir $1,0 \text{ km}$?
3. Pourquoi, dans un instrument à vent, la hauteur du son change-t-elle un peu quand l'air se réchauffe ? (indice : λ reste fixée par la longueur du tube).

Exercice 14 : Un séisme enregistré

Une station sismique enregistre l'arrivée des ondes P (célérité $6,0 \text{ km/s}$) puis S (célérité $3,5 \text{ km/s}$) d'un séisme. Les dates sont repérées depuis le début de l'enregistrement.



Sismogramme : élongation du sol en fonction du temps (échelle des dates en secondes).

1. Lis la date d'arrivée des ondes P et celle des ondes S. Laquelle arrive en premier, et pourquoi ?
2. Calcule la durée Δt qui sépare les deux arrivées.
3. Montre que $\Delta t = d \times (1 \div v_s - 1 \div v_p)$ où d est la distance épicentre-station, puis calcule d .
4. À quelle date, sur l'axe, le séisme s'est-il produit ?

Exercice 15 : La houle et la bouée

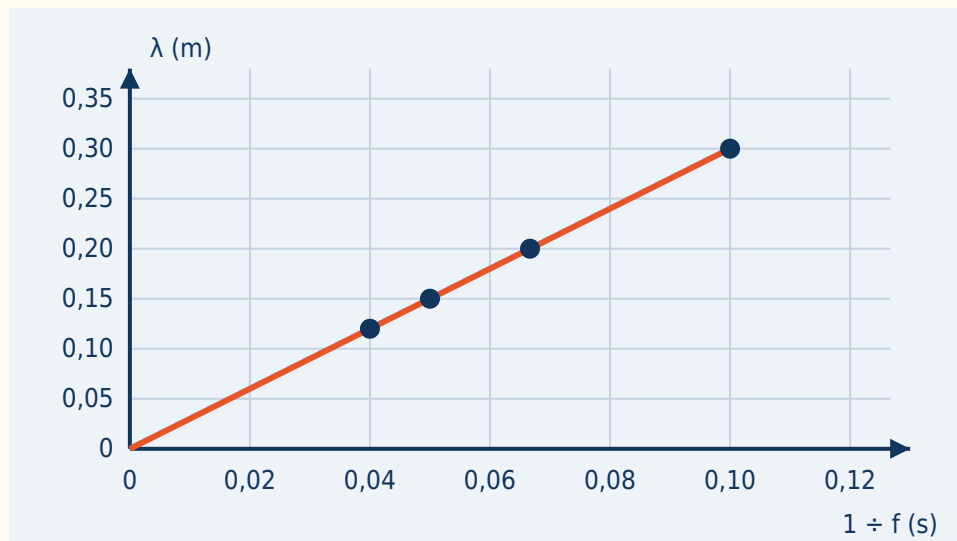
Une bouée monte et descend avec une période $T = 5,0 \text{ s}$ au passage de la houle. Deux

crêtes consécutives sont distantes de 25 m. La hauteur entre un creux et une crête est de 1,6 m.

1. Calcule la fréquence et la célérité de la houle.
2. Quelle est l'amplitude du mouvement de la bouée ?
3. La houle met combien de temps pour parcourir 1,5 km ? La bouée parcourt-elle ces 1,5 km ? Explique.

Exercice 16 : Mesures sur une corde vibrante

On fait varier la fréquence f d'un vibreur relié à une corde tendue et l'on mesure la longueur d'onde λ . Le graphique représente λ en fonction de $1 \div f$.



Longueur d'onde en fonction de l'inverse de la fréquence.

1. Quelle est la nature de la courbe ? Que peut-on en conclure sur λ et $1 \div f$?
2. Détermine le coefficient directeur de la droite et donne sa signification physique.
3. Quelle durée met une onde pour parcourir la corde de longueur 1,20 m ?
4. Quelle fréquence faut-il appliquer pour obtenir $\lambda = 0,25$ m ?

Exercice 17 : Le télémètre à ultrasons

Un télémètre émet une impulsion d'ultrasons et mesure la durée Δt entre l'émission et le retour de l'écho sur un mur. Il affiche $\Delta t = 11,6$ ms. Il est programmé avec $v = 343$ m/s.

1. Calcule la distance affichée.
2. Il fait en réalité 30 °C dans la pièce ($v \approx 331 + 0,6 \times \theta$). Calcule la vraie distance.
3. De combien la distance affichée est-elle erronée ? Que conseilles-tu ?

Exercice 18 : Corriger les erreurs

Chaque phrase contient une erreur. Recopie-la en la corrigeant.

- a. Une onde mécanique transporte de la matière sur de grandes distances.
- b. La longueur d'onde est la distance parcourue par l'onde en une seconde.
- c. La période s'exprime en hertz.
- d. Quand une onde sonore passe de l'air à l'eau, sa fréquence augmente.
- e. Les ondes sismiques S sont longitudinales.

Exercice 19 : Concevoir un protocole

Tu disposes d'un haut-parleur, d'un générateur de signaux, de deux microphones, d'un oscilloscope à deux voies et d'un mètre ruban.

Rédige un protocole complet pour mesurer la célérité du son dans l'air (schéma, mesures, calcul), indique comment réduire l'incertitude et précise comment tu vérifierais le résultat.

Exercice 20 : L'orage

Lors d'un orage, on compte 8,0 s entre l'éclair et le tonnerre. Célérité du son : 343 m/s ; célérité de la lumière : $3,00 \times 10^8$ m/s.

1. À quelle distance a frappé la foudre ?
2. Montre que la durée de propagation de la lumière est négligeable.
3. Justifie la règle pratique « 3 secondes $\approx$ 1 kilomètre ».
4. Le tonnerre dure plusieurs secondes alors que la foudre est brève : propose une explication.