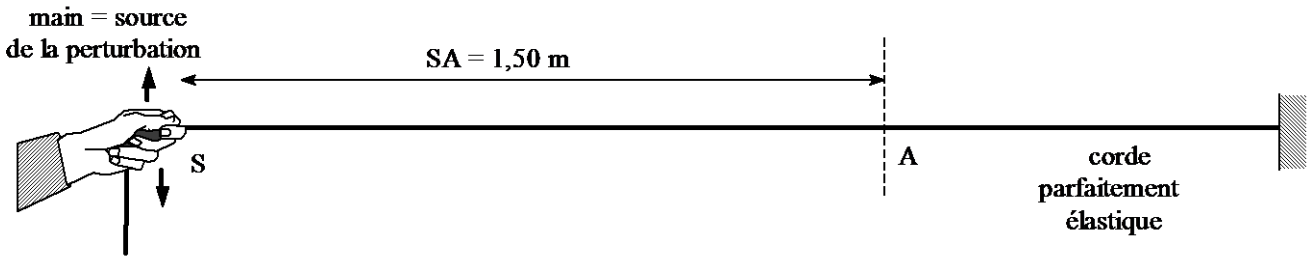
Correction exercices ondes

7-8-9 -18- 20- 21 -22-25 -26- 29 - 30 - 31- 33 p 50 à 58

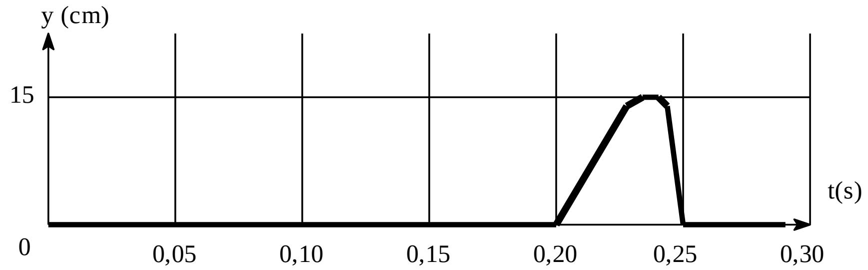
Exercice 7 page 50



1. A quelle date t_A la perturbation atteint-elle le point A ?

On analyse le graphique ci-dessous qui représente l'élongation y du point A au cours du temps.

- Pour $0 < t < 0,20$ s, $y_A = 0$ m
  La perturbation initiée par la main n'a pas encore atteint le point A.
- Pour $0,20 < t < 0,25$ s, y_A varie
  L'élongation du point A augmente puis diminue pour revenir à 0.
  En 0,05 s, toute la perturbation est passée au point A



Ce graphique permet de dire que la perturbation atteint le point A à la date **t_A = 0,20 s**.

2. Pendant quelle durée Δt le point A est-il en mouvement ?

La durée de passage de la perturbation au point A vaut : **Δt =** 0,25 – 0,20 = **0,05 s**

3. Quelle est la célérité v de l'onde ?

La perturbation a parcourue la distance d_A =SA = 1,50 m en t_A = 0,20 s.

v = SA / t_A = 1,50 / 0,20 = **7,5 m.s^{-1}**

Exercice 8 page 50

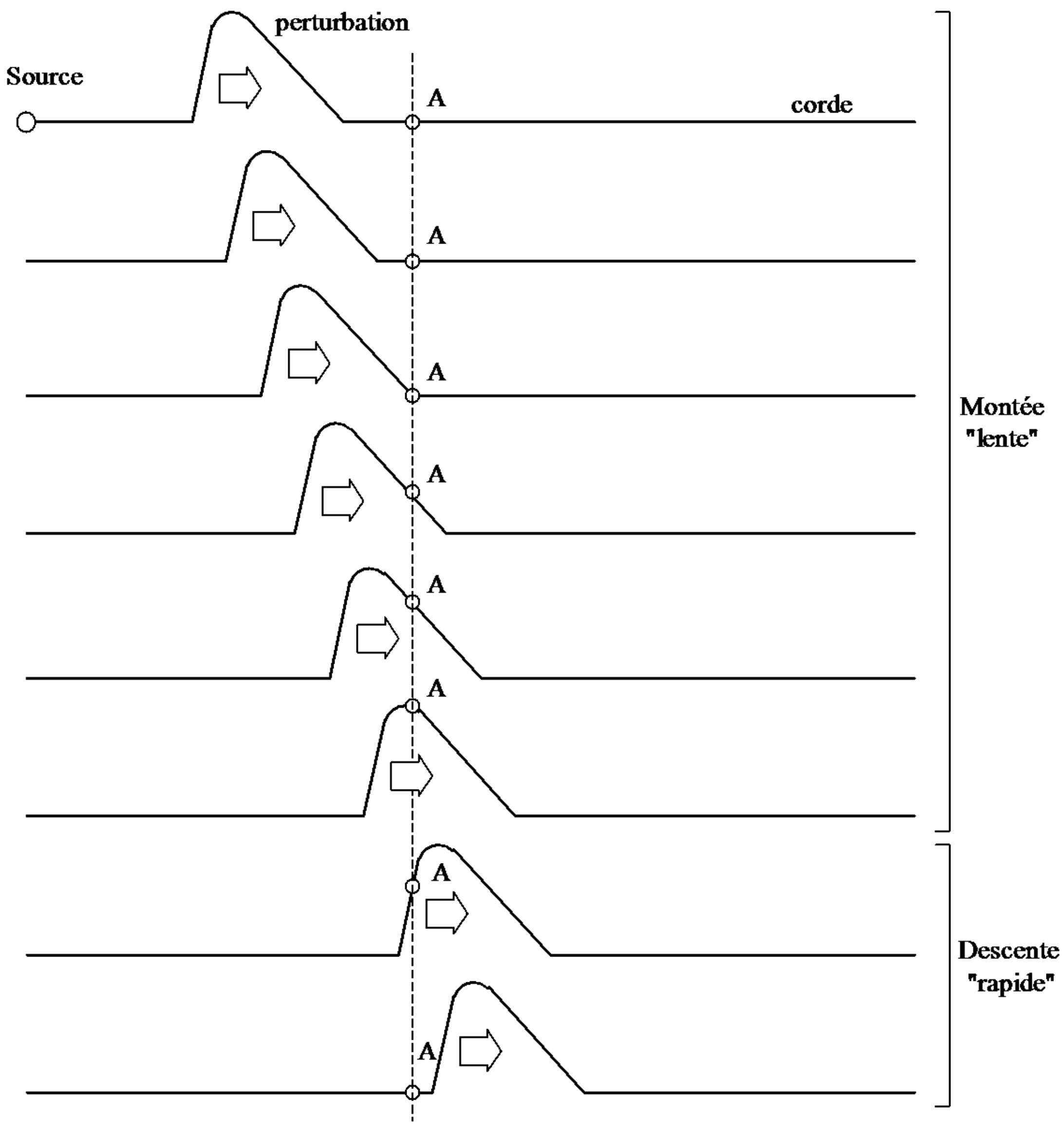
Quelle est l'allure de la corde à la date t = 0,20 s ?

• La courbe B n'est pas valable. Le point A est situé à 1,50 m de la main. La courbe B montre une perturbation qui se situe entre 1,5 m et 2,0 m. Elle a donc déjà dépassé le point A. Hors, au bout de 0,20 seconde, cette perturbation devrait juste commencer à arriver au point A.

• Les courbes A et C montrent toutes deux une perturbation qui parvient au point A après 0,20 seconde, le chronomètre ayant été déclenché lorsque la main a commencé à perturber le milieu.
Mais A et C n'ont pas la même forme.

En étudiant l'évolution temporelle de l'élongation du point A (graphique ci-dessus), on remarque que la main a soulevé puis abaissé l'extrémité de la corde à des vitesses différentes. En effet, le point A monte plus lentement qu'il ne descend.

• C'est donc la **courbe C** qu'il faut retenir. Lorsque la perturbation arrive en A, on voit que la montée va être plus lente que la descente (voir schéma ci-dessous).



Remarque : Le point A reste à la même distance de la source (1,50 m). Il y a bien déplacement d'énergie sans déplacement de matière. Il s'agit d'une onde progressive mécanique à une dimension.

Exercice 9 page 50

1. Au bout de quelle durée Δt_A ce bruit est-il perçu par Averell ?

La propagation de l'onde sonore se fait dans l'acier avec une célérité v_{acier} = 5000 m.s^{-1}. Averell a l'oreille collée au rail en acier. La durée de propagation Δt_A entre l'aiguillage et Averell, distants d'une distance d est :

$$\Delta t_A = \frac{d}{v_{acier}}$$
$$\Delta t_A = \frac{1000}{5000}$$
$$\Delta t_A = 2{,}000.10^{-1}\text{s}$$

2. Au bout de quelle durée Δt_J ce bruit est-il perçu par Joe ?

La propagation de l'onde sonore se fait dans l'air avec une célérité V_{air} = 340 m.s^{-1}. Joe est debout. La durée de propagation Δt_J entre l'aiguillage et Joe, distants aussi d'une distance d est :

$$\Delta t_J = \frac{d}{v_{air}}$$
$$\Delta t_J = \frac{1000}{340}$$
$$\Delta t_J = 2{,}94\text{s}$$

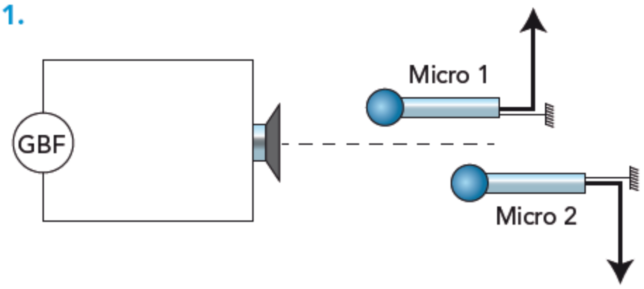
3. Avec quelle avance Averell perçoit-il ce bruit par rapport à Joe ?

Averell perçoit ce bruit avec une avance Δt, telle que :

$\Delta t = \Delta t_J - \Delta t_A = 2{,}94 - 2{,}000.10^{-1} = 2{,}74$ s

11 Exploiter une expérience

1.



2. Les signaux sont en phase et n'ont pas la même amplitude. Ils ont la même période et donc la même fréquence.

3. Les microphones ne sont pas à la même distance du haut-parleur, car les signaux ont des amplitudes différentes.

12 Connaître la double périodicité

1. a. $\lambda = v \cdot T$

b. λ s'exprime en mètre, v en mètre par seconde et T en seconde.

2. On obtient le tableau suivant :

v	T	λ
$335\ m \cdot s^{-1}$	$3{,}6 \times 10^{-5}$ s	1,2 cm
$225\ m \cdot s^{-1}$	1,14 ms	25,7 cm
$1{,}48\ km \cdot s^{-1}$	25 µs	3,7 cm

13 Reconnaître une représentation graphique

1. a. $T = 4$ ms ; b. $U_{max} = 200$ mV ; c. $\Phi = 0$ rad.

2. La représentation a correspond à l'équation.

Exercice 18 page 50

1) Le son est rapide dans l'eau, il sera donc reçu d'abord par la nageuse N.

2) $t_N = d / v_{eau}$; $t_S = d / v_{air}$, $\Delta t = t_S - t_N = d / v_{air} - d / v_{eau} = d \times (1 / v_{air} - 1 / v_{eau})$

3) $\Delta t = 10{,}0 \times (1 / 340 - 1 / 1480) = 2{,}27.10\text{-}2$ s = 22,7 ms

Exercice 20 page 51

20 Où se trouve la baleine ?

Le temps mis par le son pour atteindre le capteur sous-marin est t_1. On a $d = v_1 \cdot t_1$.
Le temps mis par le son pour atteindre le capteur dans l'air est t_2. On a $d = v_2 \cdot t_2$.

On en déduit : $v_1 \cdot t_1 = v_2 \cdot t_2$.

De plus, $t_2 - t_1 = \Delta t$.
Il vient donc :

$$t_1 = \frac{v_2 \cdot \Delta t}{v_1 - v_2} = \frac{340 \times 6{,}71}{1\,140} = 2{,}00 \text{ s},$$

d'où $t_1 = 2{,}00$ s et $d = 2{,}00 \times 1\,480 = 2{,}96 \times 10^3$ m.

$\Delta t = 6{,}71\ s = t_{air} - t_{eau}$ (Le son va plus vite dans l'eau que dans l'air)

$t_{eau} = d / v_{eau}$;

$t_{air} = d / v_{air}$,

$\Delta t = d \times (1 / v_{air} - 1 / v_{eau})$

$d = \Delta t / (1 / v_{air} - 1 / v_{eau})$

d= 6,71 / (1/ 340 – 1 / 1480)

d= 6,71 × 340 × 1480 / (1480 – 340)

d = 6,71 × 340 × 1480 / 1140 = (3,40 x 6,71 / 11,4) × 1480 = 2,00 × 1480 = 2960 m

ex 21 p 52

1) λ = v / f = 340 / 880 = 0,386 m

2) t = d / v = 10 / 340 = 0,0294 s

21 Le son du diapason

1. La longueur d'onde et la fréquence sont liées par la relation :

$$\lambda_{air} = \frac{v}{f} = \frac{340}{880} = 0{,}386 \text{ m.}$$

2. Soit Δt_{air} la durée au bout de laquelle une personne située à 10 m perçoit le son. Le son a parcouru la distance d à la vitesse v_{air} en :

$$\Delta t_{air} = \frac{d}{v_{air}} = \frac{10}{340} = 2{,}9 \times 10^{-2} \text{ s.}$$

La personne reçoit le son quasiment au moment de son émission.

3. L'intensité sonore et le niveau d'intensité sonore sont liés par la relation $L = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$.

Donc : $L = 10 \cdot \log\left(\frac{1{,}0 \times 10^{-10}}{1{,}0 \times 10^{-12}}\right) = 20$ dB.

4. L'intensité sonore reçue par cette personne sera $I = 3{,}0 \times 10^{-10}\ \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$.

On aura alors $L = 10 \cdot \log\left(\frac{3{,}0 \times 10^{-10}}{1{,}0 \times 10^{-12}}\right) = 25$ dB.

Exercice 22 p55

22 Télémètre à ultrasons ou télémètre à infrarouges ?

1. Les ultrasons sont des ondes mécaniques, les infrarouges des ondes électromagnétiques. Elles ne sont pas de même nature.

2. La plus petite longueur d'onde (900 nm) est celle de l'onde utilisée dans le télémètre à IR, celle à 9,00 mm est utilisée dans le télémètre à US.

3.

Télémètre à IR	Ondes électromagnétiques	Très directif	Mesure un angle
Télémètre à US	Ondes mécaniques	Évasif	Mesure une durée

4. a. $\Delta t = \frac{d}{v} = \frac{6,00}{340} = 1,76 \times 10^{-2}$ s.

La durée entre l'émission et la réception des US pour un objet situé à 3,00 m est de $1,76 \times 10^{-2}$ s.

b. $\Delta t = \frac{d}{c} = \frac{6,00}{2,00 \times 10^{8}} = 2,00 \times 10^{-8}$ s.

La durée mesurée avec un télémètre à IR serait de $2,00 \times 10^{-8}$ s.

5. L'horloge pour mesurer une telle durée devrait être extrêmement précise. Il est donc plus pratique, et plus économique, de mesurer un angle.

Exercice 25 p56

25 Quel son ?

1. La fréquence minimale lue est de 180 Hz, les autres sont de 360 et 540 Hz.

2. Ces fréquences sont des multiples de 180 Hz.

3. a. Le signal sinusoïdal associé à la plus basse fréquence est appelé fondamental.

b. Les autres signaux, avec le fondamental, constituent les harmoniques.

4. Ces sons n'ont pas le même timbre, car ils ne contiennent pas les mêmes harmoniques.

Exercice 26 p55

26 À chacun son rythme

1. a. $T = 5,1 \text{ div} \times 5,0 \text{ µs/div} = 25,5 \text{ µs}$

La période de l'onde est de 25,5 µs.

b. $U(T) = 0,1 \text{ div} \times 5,0 \text{ µs/div} = 1,0 \text{ µs}$

On peut donc écrire $T = (25,5 \pm 1,0)$ µs.

2. a. $\lambda = \dfrac{d}{10} = \dfrac{8,5}{10} = 0,85 \text{ cm}$

b. $U(\lambda) = \dfrac{U(d)}{10} = \dfrac{0,1}{10} = 0,01 \text{ cm}$

On peut donc écrire que $\lambda = (0,85 \pm 0,01)$ cm.

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

b. $v = \dfrac{0,85 \times 10^{-2}}{25,5 \times 10^{-6}}$

$v = 3,3 \times 10^2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

La vitesse des ultrasons est de $3,3 \times 10^2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

$$U(v) = v \cdot \sqrt{\left(\frac{U(\lambda)}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{U(T)}{T}\right)^2}$$

$$U(v) = 340 \times \sqrt{\left(\frac{0,01}{0,85}\right)^2 + \left(\frac{1,0}{25,5}\right)^2} = 1 \times 10^1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

On peut donc écrire $v = (3,3 \pm 0,1) \times 10^2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Exercice 29 p55

29 Accorder une guitare avec un diapason

1. Pour la note émise par la guitare, le fondamental a une fréquence de 107 Hz et les autres harmoniques ont pour fréquences 214 Hz, 321 Hz et 428 Hz.

2. Le son du diapason a une fréquence de 440 Hz.

3. L'amplitude de la tension enregistrée n'est pas constante, on observe des variations à l'origine des battements que l'on peut entendre.

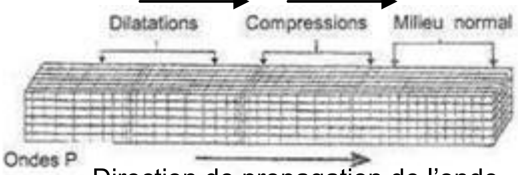
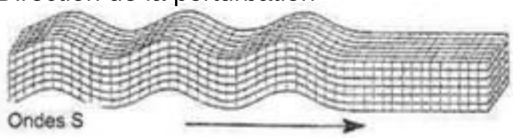
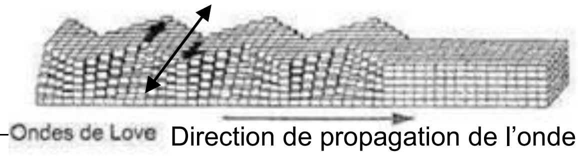
4. La fréquence de la note émise par la guitare est de 100 Hz alors qu'elle devrait être de 110 Hz. La corde n'est pas accordée.

5. La fréquence du fondamental est de 110 Hz, les autres harmoniques ont pour fréquences 220 Hz, 330 Hz et 440 Hz. L'harmonique à 440 Hz se superpose avec le signal du diapason.

6. La corde est accordée, car elle émet un son à 110 Hz.

Exercice 30 p56

1. **Longitudinale ou transversale**

Les ondes P sont des ondes longitudinales car la direction de déformation des points du milieu est parallèle à la direction de propagation de l'onde. Direction des perturbations  Direction de propagation de l'onde	**Les ondes S sont des ondes transversales** : le cisaillement des roches se fait dans une direction **perpendiculaire** à la direction de propagation de l'onde. Direction de la perturbation  ~~Direction de propagation de l'onde~~ propage dans un plan horizontal **perpendiculairement** à la direction de propagation de l'onde. Direction de la perturbation  Direction de propagation de l'onde

2. Autres exemples d'ondes transversales : onde le long d'une corde, ondes à la surface de l'eau

3. Calcul de la durée de propagation Δt pour une distance d= 833 km avec une célérité $v_p = 6{,}0\ km.s^{-1}$

$$\Delta t = \frac{d}{v_p}$$

$$\Delta t = \frac{833}{6{,}0}$$

$$\Delta t = 1{,}4.10^2 s$$

4. Détermination de l'amplitude X_{max}, la période T et de la phase à l'origine Φ:

- L'amplitude est l'élongation maximale positive : $X_{max} = 3{,}0\ cm = 3{,}0\ .10^{-2}\ m$

- La période T est la durée la plus courte pour laquelle l'élongation retrouve une même valeur dans le même sens de variation.

  Sur le graphe : 2T = 0, 20 s donc T = 0,10 s

- Pour déterminer la phase à l'origine, on s'intéresse à aux conditions initiales :

$$\text{à } t = 0s,\ x(0) = X_{max} = 3{,}0\ cm = 3{,}0\ .10^{-2}\ m$$

A partir de l'expression : $x(0) = X_{max}.\cos(\frac{2\pi}{T}.0 + \Phi) = X_{max}.\cos(\Phi) = X_{max}$

$$\cos(\Phi) = 1 \text{ d'où } \Phi = 0 \text{ rad}$$

5. Expression de l'élongation : $x(t) = 3{,}0.10^{-2}.\cos(\frac{2\pi}{0{,}10}.t)$

6. La relation liant la longueur d'onde λ et la fréquence ν est : $\lambda = \frac{V_S}{\nu}$

or $T = \frac{1}{\nu}$ donc $\lambda = T \times V_s$ et $\lambda = 0{,}10 \times 4{,}0 = 0{,}40 km$

33 QCM sur les ondes sonores

1. A. **2.** A. **3.** A et B. **4.** A.

34 L'oreille humaine en concert

1. La hauteur du son est la sensation liée à la fréquence du fondamental de ce son.

2. T = 2,0 ms, donc f = 500 Hz.

3. L'amplitude de la tension a doublé. L'ingénieur a modifié l'intensité sonore du son. Le son a toujours la même période, donc la même fréquence.

4. Le fondamental sur l'enregistrement 3 a une fréquence de 500 Hz, donc la même fréquence que les sons des enregistrements 1 et 2.

5. C'est le timbre du son qui a été modifié. En effet, il s'agit, sur l'enregistrement 3, d'un son ayant beaucoup d'harmoniques, alors que les signaux des enregistrements 1 et 2 sont des sinusoïdes, donc des sons purs avec un seul harmonique.

6. À 16 mètres, $I = I_0 \cdot 10^{\frac{L}{10}}$

$I = 10^{-12} \times 10^{\frac{98}{10}} = 6{,}3 \times 10^{-3}\ \mathrm{W \cdot m^{-2}}$.

7. $I_2 = 10 \times I = 6{,}3 \times 10^{-2}\ \mathrm{W \cdot m^{-2}}$

$L_2 = 10 \times \log\left(\frac{I_2}{I_0}\right)$

$L_2 = 10 \times \log\left(\frac{6{,}3 \times 10^{-2}}{10^{-12}}\right) = 108\ \mathrm{dB}$

35 Propagation d'une onde le long d'une corde

1. La valeur de la vitesse de propagation d'une onde est le rapport de la distance *d* qu'elle parcourt par la durée Δt mise par l'onde pour parcourir cette distance.

$$v = \frac{d}{\Delta t}$$

Entre la photo n° 2 et la photo n° 4, il s'est écoulé $2 \times 0{,}25 = 0{,}50$ s et la perturbation a parcouru 1,00 m :

$$v = \frac{1{,}00}{0{,}50} = 2{,}0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}.$$

2. Le premier schéma montre que la perturbation a une longueur de 0,50 m (lue sur l'axe des abscisses).
La durée est déterminée par :

$$\Delta t_{\text{perturbation}} = \frac{\ell}{v} = \frac{0{,}50}{2{,}0} = 0{,}25 \text{ s}.$$

3. Le point *A* est atteint le premier par la perturbation, car il est atteint à la date 1,50 s alors que le point *B* l'est à la date 2,00 s.

4. Le point *A* est le plus proche de la source, car la perturbation l'atteint en premier.

5. Le retard du point *B* par rapport au point *A* est déterminé par la lecture des graphiques.

On obtient : $\Delta t = 2{,}00 - 1{,}50 = 0{,}50$ s.

6. $d_{AB} = v \cdot \Delta t = 2{,}0 \times 0{,}50 = 1{,}0$ m.

7. L'allure de la perturbation est inversée, car sur la chronophotographie le front de la perturbation atteint le point le plus proche avant d'atteindre le point le plus éloigné.

8.