Ondes
Chapitre 1

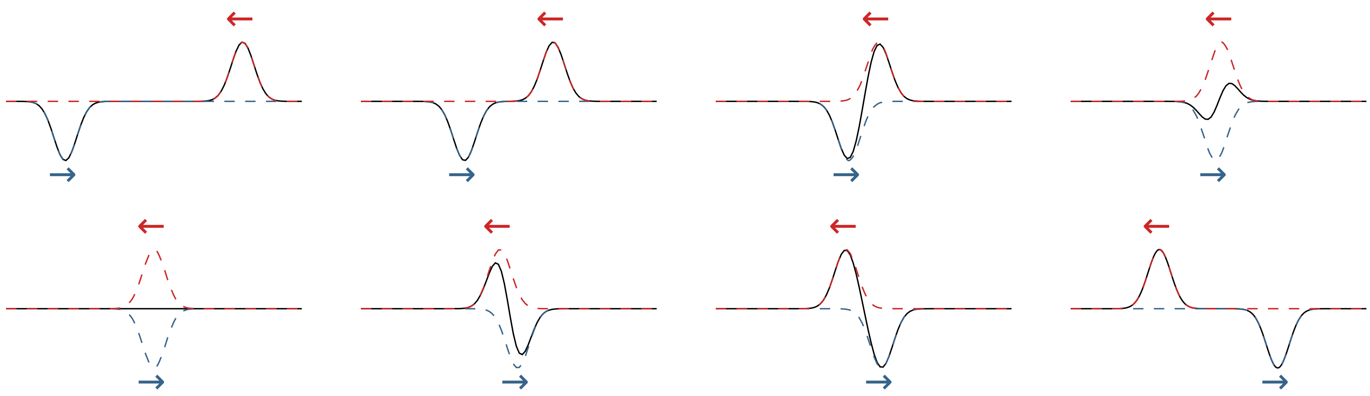
Correction – TD – Phénomènes ondulatoires

I Vrai-faux/questions courtes ⋆ | [● ○ ○]

1 - (V/F) Faux. Une onde ne transporte pas de matière sur de grandes échelles.

2 - (V/F) Vrai.

3 -



4 - Non, car la vitesse de propagation ne dépend que du milieu, et non pas de la façon d'agiter la corde.

Plus précisément, pour une corde, cette vitesse dépend de la tension de la corde et de la masse par unité de longueur de la corde.

II Vitesse d'une moto par analyse de l'effet Doppler

Étude de l'effet Doppler

1 - ⋆ *À $t = 0$ il y a émission d'un bip. À quel instant est-il reçu par le récepteur ?*

La durée de parcours du bip est c/d, donc il est reçu à l'instant $t_1 = c/d$.

⋆ *Le bip suivant est émis à l'instant $t = T$. À quel instant est-il reçu par le récepteur ?*

La source a avancée d'une distance $T \times v$, donc au moment de l'émission de ce second bip, la distance entre l'émetteur et la source est $d - vT$.

La durée de parcours est donc $\dfrac{d - vT}{c}$.

Ce bip est émis à l'instant T, il est donc reçu à l'instant $t_2 = T + \dfrac{d - vT}{c}$.

⋆ *En déduire la période T' avec laquelle le récepteur reçoit le signal.*

La période de réception est $T' = t_2 - t_1 = T - \dfrac{vT}{c} = T\left(1 - \dfrac{v}{c}\right)$.

2 - Ici $T' < T$. Pour avoir le contraire il faut que la source s'éloigne, le même raisonnement montre alors que $T' = T\left(1 + \dfrac{v}{c}\right)$.

3 - Une ambulance qui s'approche de nous (son plus aigu), puis s'éloigne (son plus grave).

Exploitation

4 - On lit sur le spectre que la fréquence reçue est d'environ $f_r = 575\,\mathrm{Hz}$ quand la moto se rapproche, et qu'elle devient $f_e = 350\,\mathrm{Hz}$ quand elle s'éloigne.

On utilise ensuite les deux relations :

$$f_r = f_0 \times \frac{c}{c-v}, \quad f_e = f_0 \times \frac{c}{c+v}.$$

Ici $c = 340\,\mathrm{m/s}$ est la vitesse du son, f_r et f_e sont connues, mais v (la vitesse de la moto) et f_0 (la fréquence du son émis par le moteur) sont des inconnues. Il faut donc isoler v.

On peut prendre le rapport des deux :

$$\frac{f_r}{f_e} = \frac{f_0 \times \frac{c}{c-v}}{f_0 \times \frac{c}{c+v}} = \frac{c+v}{c-v}.$$

On isole ensuite v, après calcul on a :

$$v = \frac{f_r - f_e}{f_r + f_e} \times c \simeq 83\,\mathrm{m/s} \simeq 300\,\mathrm{km/h}.$$

III Sonar

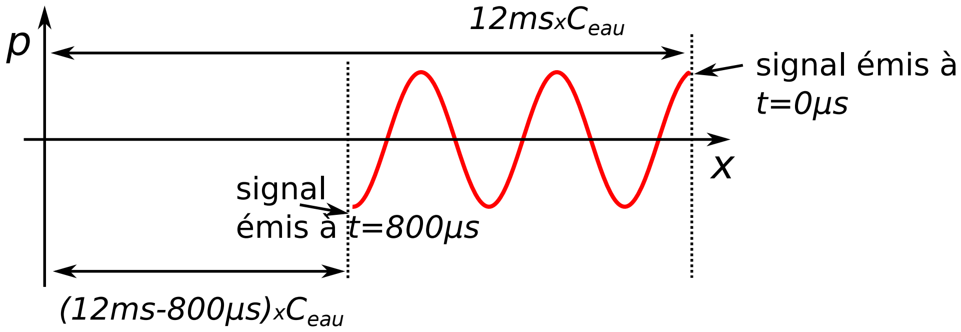
1 - Le sonar émet une onde sonore, s'il y a présence d'un objet ou obstacle à l'avant du sonar alors l'onde est réfléchie et revient vers le sonar. Le sonar enregistre l'onde reçue. Du temps mis par la propagation on en déduit la distance entre l'objet et l'obstacle.

2 - Le second sous-marin se situe à une distance $\boxed{L = \frac{\Delta t_e \times c_{\text{mer}}}{2} = 29.1\,\mathrm{m}.}$

3 - On a 2.5 périodes dans l'intervalle Δt_i. Donc $T = \frac{\Delta t_i}{2.5}$, puis $\boxed{f = \frac{2.5}{\Delta t_i} = 3.13\,\mathrm{kHz}.}$

4 - La longueur spatiale du signal est $\boxed{\Delta x = c_{\text{mer}} \times \Delta t_i = 1.2\,\mathrm{m}.}$

5 - À l'instant $t_1 = 12\,\mathrm{ms}$ le signal s'étend de $x = (t_1 - \Delta t_i) \times c_{\text{eau}} = 16.8\,\mathrm{m}$ (fin de l'impulsion, c'est le dernier minimum à $t = \Delta t_i$ de la figure 2) jusqu'à $x = t_1 \times c_{\text{eau}} = 18\,\mathrm{m}$ (début de l'impulsion, c'est le premier maximum à $t = 0$ de la figure 2).



6 - Même chose que la figure 2 du sujet, mais décalé dans le temps : le signal commence à $t = L/c_{\text{mer}} = 19.4\,\mathrm{ms}$ et se termine $800\,\mu\mathrm{s}$ plus tard.

IV Cuve à ondes [● ○ ○]

1 - On mesure plusieurs longueurs d'onde pour être plus précis. On obtient, en prenant en compte l'échelle, $\boxed{\lambda \approx 1{,}5\,\mathrm{cm}.}$

2 - Pour une onde progressive sinusoïdale :

$$\boxed{c = \lambda\, f = 0{,}30\,\mathrm{m\,s^{-1}}\,.}$$

3 - La perturbation est du type, pour une propagation selon les x croissants :

$$\boxed{h_{\rightarrow}(x,t) = H_0 + H\cos\left[\omega t - kx + \varphi\right], \quad \omega = 2\pi f \text{ et } k = 2\pi/\lambda\,.} \tag{1}$$

Pour une propagation selon les x décroissants, même chose mais avec un plus dans le cosinus.

4 - L'amplitude n'est pas constante car l'onde se propage à 2D. L'énergie fournie par le vibreur au centre se retrouve "diluée" sur un cercle dont le rayon augmente : donc en un point donné du cercle elle diminue.