Ex N°1

1°/ À la surface du liquide on observe des rides circulaire qui se propage de la pointe (S_1) sans se déforme

- En s'éloignant de la source il ya dilution d'energie ce qui prouve que les rides circulaires sont plus net au voisinage de la source S_1

- $\Delta\varphi = \varphi_S - \varphi_M = \dfrac{2\pi x}{\lambda} = \dfrac{2\pi \times 16}{8} = 4\pi$ de la forme $2k\pi$

ou bien :

$x_M - x_S = 16cm = 2\lambda$

$\Rightarrow$ d'où S et M vibrent en phase.

2°/ D'après le principe de propagation

$y_M(t,d) = y_S(t-\theta)$ avec $\theta = \dfrac{d}{V}$ avec $t \geq \theta$

$= a\sin(\omega(t-\theta)+\varphi_S)$ avec $\varphi_S = \pi\,rad$

$= a\sin\left(\omega t - \dfrac{2\pi}{T}\cdot\dfrac{d}{V} + \pi\right)$

$= 2.10^{-3}\sin\left(200\pi t - \dfrac{2\pi d}{\lambda} + \pi\right)$

$= 2.10^{-3}\sin\left(200\pi t - \dfrac{2\pi d}{8.10^{-3}} + \pi\right)$ avec $t \geq \dfrac{d}{V}$

- $t \geq \dfrac{d}{V}$ avec $\lambda = V.T = \dfrac{V}{N} \Leftrightarrow V = \lambda \times N$

$= 8.10^{-3} \times 100 = 0,8\,m.s^{-1}$

d'où $t \geq \dfrac{1}{0,8}\cdot d = 1,25.d$

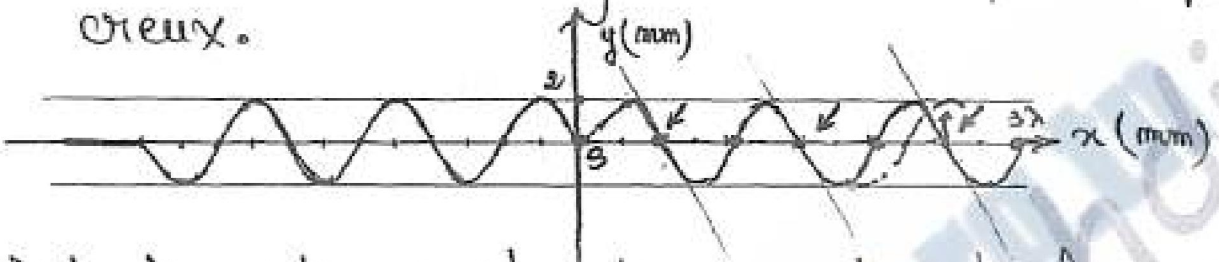
d'où $y_M(t,d) = 2.10^{-3}\sin(200\pi t - 250\pi d + \pi)\ \forall\ t \geq 1,25d$

b) • distance parcourue par l'onde.

$$\frac{x_f}{\lambda} = \frac{t_1}{T} = 3.10^{-2} \times 100 = 3.$$

$$x_f = 3\lambda.$$

• $\varphi_S = \pi\ rad$ d'où le front d'onde est précédé par un creux.



2) a) • les points qui vibrent en opposition de phase avec S_1

$$\Delta\varphi = \varphi_S - \varphi_M = \frac{2\pi x}{\lambda} = \pi + 2k\pi \quad (k \in \mathbb{Z})$$

$$x = (2k+1)\cancel{\pi} \cdot \frac{\lambda}{2\cancel{\pi}}$$

$$x = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda \quad \text{or} \quad 0 \leq x \leq 3\lambda$$

$$0 \leq \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda \leq 3\lambda$$

$$0 \leq k + \frac{1}{2} \leq 3 \iff -\frac{1}{2} \leq k \leq 2{,}5$$

• $k \in \{0, 1, 2\}$

• $x = 8\left(k + \frac{1}{2}\right)$ mm

k	0	1	2
x(mm)	4	12	20

vérifié graphiquement

ce sont des points appartenant à 3 cercles concentriques en S de rayons respectifs 4 mm, 12 mm et 20 mm

b) pour ces points on a $\frac{dy}{dx} < 0$ d'où $\frac{dy}{dt} > 0 \Rightarrow v > 0$

donc ces points se dirigent vers le haut càd dans le sens ascendant

4°/ $\frac{T_e}{T} = \frac{N}{N_e}$

* $\frac{N}{N_e} = \frac{100}{100} = 1$ entier

on observe des rides circulaires centre S_1 immobiles

* $\frac{N}{N_e} = \frac{100}{49} = 2{,}04$

one T_e est légèrement supérieur à $2T$ donc on observe des rides circulaires qui se propagent en mvt ralenti dans le sens réel.

EX N°2 (P science 2011)

1°) a)
La longueur d'onde λ c'est la distance parcourue par l'onde pendant une période temporelle T.

b) • $a = 5.10^{-3}m$

• $\lambda = 16.10^{-2}m$

• Le front d'onde est précédé d'un creux donc la source débute son mouvement à $t=0$ en allant dans le sens négatif $\Rightarrow \varphi_S = \pi$ rad

2) a) • $V_1 = \frac{x_1}{t_1} = \frac{24.10^{-2}}{12.10^{-3}} = 20 m s^{-1}$

• $\lambda = V_1 T \Rightarrow T = \frac{\lambda}{V_1} = \frac{16.10^{-2}}{20}$

$T = 8.10^{-3} s$

b) $d_1 = x_1$

$\frac{x_1}{\lambda} = \frac{u}{16} = 1,5$

$d_1 = 1,5\lambda$

ma $d_1 = x_{M_1} = \lambda + \frac{\lambda}{2}$: le point M_1 vibre en opposition de phase avec la source (S)

$\Delta\varphi = \varphi_{M_1} - \varphi_S = \pi$ rad

or $\varphi_S = \pi$ rad

d'où $\varphi_{M_1} = 2\pi$ rad $\Rightarrow \varphi_{M_1} = 0$

c) $\theta_1 = \frac{x_1}{V_1} = \frac{0,24}{20} = 0,012 s$

$\frac{\theta_1}{T} = \frac{0,012}{8.10^{-3}} = 1,5$

$\theta_1 = 1,5T$

• $y_{M_1}(t) = y_{S_1}(t - \theta_1)$

$= 5.10^{-3} \sin(250\pi(t-\theta_1)+\pi)$

$= 5.10^{-3} \sin(250\pi(t-0,012)+\pi)$

$= 5.10^{-3} \sin(250\pi t - 3\pi + \pi)$

$$\begin{cases} y_{M_1}(t) = 5.10^{-3} \sin(250\pi t) \;\; \forall t \geq 1,5T \\ y_{M_1}(t) = 0 \quad \text{pour } 0 \leq t \leq 1,5T \end{cases}$$

3) a) $x_f = V_1 . t_0 = 48.10^{-2} m$

$t_0 = \frac{x_f}{V_1} = \frac{48.10^{-2}}{20} = 24.10^{-3} s$

b) $\frac{t_2}{T} = 4,5$

$t_2 = 4,5T$

$x'_f = V.t_2 = 4,5.T.V = 4,5\lambda$

$= 3\lambda + 1,5\lambda$

$x'_f = x_f + 1,5\lambda$.

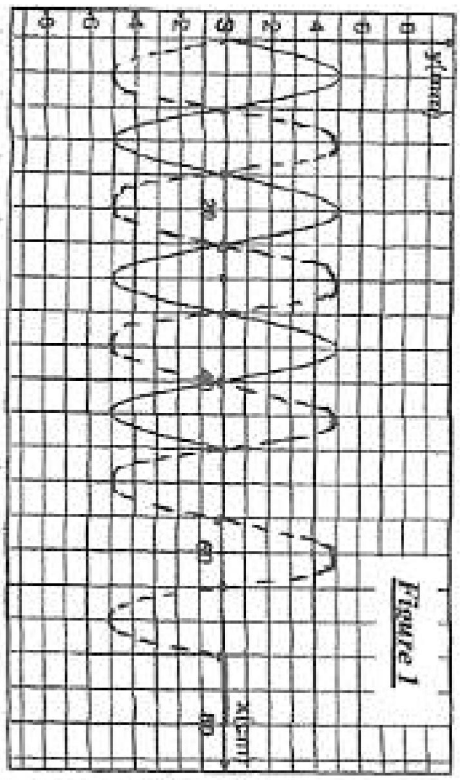


Figure 1

EX N°3

1°/ $\omega = 2\pi N = 200\pi \ rad.s^{-1}$

$N = 100 \ Hz$

• $\lambda = V.T = \frac{V}{N} = \frac{10}{100} = 0,1 \ m$

a) D'après le principe de propagation, le pt M reproduit le mvt de (S) après un retard horaire $\theta = \frac{x}{V}$

$y_M(t,x) = y_S(t-\theta) \ / \ \theta = \frac{x}{V}$

$= 4.10^{-3} \sin(200\pi(t-\theta) + \pi)$

$= 4.10^{-3} \sin(200\pi t - \frac{2\pi x}{T.V} + \pi)$

$= 4.10^{-3} \sin(200\pi t - \frac{2\pi x}{0,1} + \pi)$

$= 4.10^{-3} \sin(200\pi t - 20\pi x + \pi)$

b) 1ère méthode $d = x_B - x_A = 20 cm = 2\lambda$

$\Delta\varphi = 2k\pi \Rightarrow$ d'où A et B vibrent en phase

2) a) $x_f = V.t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{x_f}{V} = \frac{22,5.10^{-2}}{10} = 22,5.10^{-3} s$

b). graphiquement : il y a 4 pts

• par calcul $y_N(x) = 4.10^{-3} \sin(\overbrace{200\pi \times 22,5.10^{-3}}^{4,5\pi} - 20\pi x + \pi)$

$y_N(x) = 4.10^{-3} \sin(-\frac{\pi}{2} - 20\pi x)$

$y_N(x) = 4.10^{-3} \sin(20\pi x - \frac{\pi}{2}) \ \forall x \leq x_f = 2,25\lambda$

$y_N(x) = \frac{a}{2}$

$a\sin\left(20\pi x - \frac{\pi}{2}\right) = \frac{a}{2} \Rightarrow \sin\left(20\pi x - \frac{\pi}{2}\right) = \frac{1}{2}$

$\begin{cases} 20\pi x - \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{6} + 2k\pi \\ 20\pi x - \frac{\pi}{2} = \pi - \frac{\pi}{6} + 2k\pi \end{cases}$

$\begin{cases} 20\pi x = \frac{2\pi}{3} + 2k\pi & \Rightarrow x = \left(\frac{2\pi}{3} + 2k\pi\right)\frac{1}{20\pi} \\ 20\pi x = \frac{4\pi}{3} + 2k\pi & \Rightarrow x = \left(\frac{4\pi}{3} + 2k\pi\right)\cdot\frac{1}{20\pi} \end{cases}$

$\begin{cases} x = \frac{k}{10} + \frac{1}{30} \\ x = \frac{k}{10} + \frac{1}{15} \end{cases}$ or $0 \leq x \leq x_f$; $k \in \mathbb{Z}$

* $0 \leq \frac{k}{10} + \frac{1}{30} \leq 0{,}225\,m$

$-1/30 \leq \frac{k}{10} \leq 0{,}225 - 1/30$

$-1/3 \leq k \leq 1{,}9$

k	0	1
x (m)	$\frac{1}{30}$	$\frac{2}{15}$

$0 \leq \frac{k}{10} + \frac{1}{15} \leq 0{,}225$

$-\frac{1}{15} \leq \frac{k}{10} \leq 0{,}225 - \frac{1}{15}$

$-\frac{10}{15} \leq k \leq 1{,}5$

$-0{,}67 \leq k \leq 1{,}5$

k	0	1
x (m)	$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{6}$

il y a 4 pts d'abscisse respectives $3{,}33.10^{-2}m$; $6{,}66.10^{-2}m$; $13{,}33.10^{-2}m$; $16{,}66.10^{-2}m$

c/ L'abscisse $x_1 = 3{,}33\,cm$ de N_1 est de la forme.

$x = \frac{1}{30} + \frac{k}{10}$ avec $k = 0$

$\Rightarrow$ le point vibrant en phase avec N_1 est le point N_2 d'abscisse $x_2 = \frac{1}{30} + \lambda = 13{,}33\,cm$

Fin

Ex N° 4

1°/ a) on appelle onde le phénomène résultant de la propagation d'une succession d'ébranlements dans un milieu donné.

b) L'onde est transversale car la direction de propagation est perpendiculaire à celle de la déformation.

c/ La pelote de coton empêche toute réflexion d'onde.

2) a) $\lambda = 0,2\,m = 20\,cm$

b) * on a $\left.\begin{array}{l} x_{1f} = v.t_a \\ x_{2f} = v.t_b \end{array}\right\} \Rightarrow x_{2f} - x_{1f} = v(t_b - t_a)$

$$v = \frac{x_{2f} - x_{1f}}{t_b - t_a} = \frac{0,6 - 0,4}{0,02}$$

$$v = 10\,m.s^{-1}$$

* $\lambda = v.T = \frac{v}{N} \Rightarrow N = \frac{v}{\lambda} = \frac{10}{0,2} = 50\,Hz$

c/ $x_{1f} = v.t_a \Rightarrow t_a = \frac{x_{1f}}{v} = \frac{0,4}{10} = 0,04\,s$

$x_{2f} = v.t_b \Rightarrow t_b = \frac{x_{2f}}{v} = \frac{0,6}{10} = 0,06\,s$

3°/ D'après le principe de propagation

$y_M(t,x) = y_S(t - \theta)$ avec $\theta = \frac{x}{v}$

$= 3.10^{-3} \sin(2\pi N(t-\theta) + \varphi_S)$

$= 3.10^{-3} \sin(2\pi N t - \frac{2\pi}{T} . \frac{x}{v} + \varphi_S)$

$= 3.10^{-3} \sin(100\pi t - \frac{2\pi x}{0,2} + \varphi_S)$

$y_M(t,x) = 3.10^{-3} \sin(100\pi t - 10\pi x + \varphi_S) \quad \forall t \geq \theta$

b) Le front d'onde est précédé d'un creux car la source (S) débute son mouvement à $t=0$ en allant dans le sens négatif des élongations

d'où $\varphi_S = \pi$ rad

ou bien : à $t = t_a = 4.10^{-2}$ s

pour $x = 0$ $\begin{cases} y = 0 \\ \frac{dy}{dx} > 0 \end{cases}$

$0 = a \sin(100\pi \cdot 4.10^{-2} - 0 + \varphi_S)$

$\sin \varphi_S = 0 \rightarrow \varphi_S = 0$ ou $\varphi_S = \pi$

$\left(\frac{dy}{dx}\right)_{t_a} = -10\pi a \cos(100\pi \cdot 4.10^{-2} + \varphi_S)$.

$-10\pi a \cos\varphi_S > 0$ d'où $\cos\varphi_S < 0$

$\varphi_S = \pi$ rad.

c/ $x_f = V \cdot t_f$ avec $x_f = L = 1$ m.

$t_f = \frac{x_f}{V} = \frac{1}{10} = 0,1$ s

d/ $\varphi_P - \varphi_S = -\frac{\pi}{2} + 2k\pi$

$-10\pi x + \varphi_S - \varphi_S = -\frac{\pi}{2} + 2k\pi$

$x_{(m)} = \frac{1}{20} - \frac{k}{5}$ $k \in \mathbb{Z}$.

or $0 \leq x \leq 1$ m.

$0 \leq \frac{1}{20} - \frac{k}{5} \leq 1$.

$-\frac{1}{20} \leq -\frac{k}{5} \leq 1 - \frac{1}{20}$

$-\frac{5}{20} \leq -k \leq 5 - \frac{5}{20}$.

$-4,75 \leq k \leq 0,25$.

$k \in \{-4, -3, -2, -1, 0\}$

il y a 5 points d'abscisses respectives

$x_1 = \frac{1}{20} = 0,05$ m

$x_2 = \frac{1}{20} + \frac{1}{5} = 0,25$ m

$x_3 = \frac{1}{20} + \frac{2}{5} = 0,45$ m

$x_4 = \frac{1}{20} + \frac{3}{5} = 0,65$ m

$x_5 = \frac{1}{20} + 4/5 = 0,85$ m

Fin

Ex N°5

1°) a) en lumière stroboscopique pour N_e max

la surface de l'eau paraît immobile avec des crêtes circulaires concentriques alternées par des creux de même forme.

b) L'immobilité apparente se manifeste si $\frac{T_e}{T} = \frac{N}{N_e} = k \in \mathbb{N}^*$

$$N_e = \frac{N}{k}$$

N_e est max $\Rightarrow k_{min} = 1$

d'où $N = N_{e_{max}} = 20\,Hz$

2°) a) M_1 débute son mouvement à l'instant $t_1 = \frac{5T}{4}$

$y_{M_1}(t) = a\sin(\omega t + \varphi_{M_1})$

avec $a = 2.10^{-3}\,m$

• $\omega = 2\pi N = 40\pi\ rad\,s^{-1}$

• à $t = \frac{6T}{4} = \frac{3T}{2}$

$y_{M_1} = a$

$\Rightarrow a = a\sin\left(\frac{2\pi}{T}\cdot\frac{3T}{2} + \varphi_{M_1}\right)$

$\sin(\pi + \varphi_{M_1}) = 1$

$\pi + \varphi_{M_1} = \frac{\pi}{2} \Leftrightarrow \varphi_{M_1} = -\frac{\pi}{2}\,rad$

$\Rightarrow y_{M_1}(t) = 2.10^{-3}\sin\left(40\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$

pour $t \geq \frac{5T}{4}$.

• $y_{M_1}(t) = y_S(t - \theta_1) \Rightarrow y_S(t) = y_{M_1}(t + \theta_1)$

$y_O(t) = 2.10^{-3}\sin\left(40\pi\left(t + \frac{5T}{4}\right) - \frac{\pi}{2}\right)$

$y_O(t) = 2.10^{-3}\sin\left(40\pi t + \frac{2\pi}{T}\cdot\frac{5T}{4} - \frac{\pi}{2}\right)$

$= 2.10^{-3}\sin(40\pi t + 2\pi)$

$y_O(t) = 2.10^{-3}\sin(40\pi t)\ \ \forall t \geq 0$

b) $\theta_1 = \frac{x_1}{V}$

$V = \frac{x_1}{\theta_1} = \frac{1{,}25.10^{-2}}{\frac{5T}{4}}$

$= \frac{1{,}25.10^{-2} \times 4}{5 \cdot \frac{1}{20}}$

$V = 0{,}2\,m\,s^{-1}$

c) $\lambda = V.T = \frac{V}{N} = \frac{0{,}2}{20}$

$\lambda = 0{,}01\,m$

3°) a) à t_1, le front d'onde a parcouru la distance

$d = 3\lambda + \frac{\lambda}{4} = x_F$

or $x_F = V.t_1$

$t_1 = \frac{x_F}{V} = \frac{3{,}25 \cdot 0{,}01}{0{,}2}$

$t_1 = 16{,}25.10^{-2}\,s$

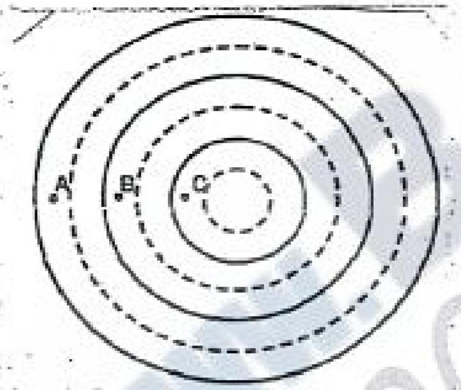
b) M_1 et M_2 vibrent en opposition de phase car M_2 appartient à une crête et M_3 appartient à un creux

c) les points M de la surface libre de l'eau qui vibrent à l'instant t_1 en quadrature avance de phase par rapport au point M_2 sont des cercles de centre O et de rayons respectifs $r_1 = \frac{3\lambda}{4}$

$r_2 = \frac{7\lambda}{4}$

$r_3 = \frac{11\lambda}{4}$

d) Les lieux des points sont les cercles centrés sur O et passants par les points A, B et C.



Fin

EX 6 (Concours 2013 M-G1)

1°) Le phénomène résultant de la propagation .... transversale, car la direction de propagation est perpendiculaire à celle de la déformation

2°) a) En lumière ordinaire on observe une bande rectangulaire floue de largeur double de l'amplitude de vibration (2a)

b) En lumière stroboscopique pour une période Te légèrement supérieure à la période T du vibreur, on observe une progression lente d'une sinusoïde dans le sens réel de propagation de l'onde

3°) . La courbe (II) correspond au diagramme de mouvement du point A de la corde situé à la distance x_A de A

. L'aspect de la corde à un instant t_1 fixe est donné par la courbe (I)

. $T = 4 \times 2.10^{-3} = 8.10^{-3}\,s$

. $\lambda = 4 \times 5.10^{-2} = 20.10^{-2}\,m = 0{,}2\,m$

. $a = 2.10^{-3}\,m$

4°) . $\lambda = V.T$

$V = \frac{\lambda}{T} = \frac{0{,}2}{8.10^{-3}} = 25\,m.s^{-1}$

. retard

$\theta = \frac{x_A}{V} \Leftrightarrow x_A = \theta \times V$

$= 10.10^{-3}.25$

$x_A = 25.10^{-2}\,m$

$x_A = 0{,}25\,m$

. $x_F = V.t_1$

$t_1 = \frac{x_F}{V} = \frac{8 \times 5.10^{-2}}{25} = 16.10^{-3}\,s$

5°) $y_A(t) = a\sin(\omega t + \varphi_A)\ \forall t \geq \theta_A$

. $\omega = \frac{2\pi}{T} = 250\pi\,rad.s^{-1}$

. $\Delta t = 1{,}5\,T$; $y_A = a$

$a = a\sin\left(\frac{2\pi}{T}.1{,}5T + \varphi_A\right)$

$\sin\left(3\pi + \varphi_A\right) = 1$

$\sin(\pi + \varphi_A) = 1$

$\pi + \varphi_A = \frac{\pi}{2} \Leftrightarrow \varphi_A = -\frac{\pi}{2}\,rad$

$y_A(t) = 2.10^{-3}\sin\left(250\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$

$\forall t \geq 10^{-2}\,s$

$*\ y_A(t) = y_S(t - \theta_A) \Leftrightarrow y_S(t) = y_A(t + \theta_A)$

$y_S(t) = 2.10^{-3}\sin\left(250\pi(t + \theta_A) - \frac{\pi}{2}\right)$

$= 2.10^{-3}\sin\left(250\pi t + 250.10^{-2}\pi - \frac{\pi}{2}\right)$

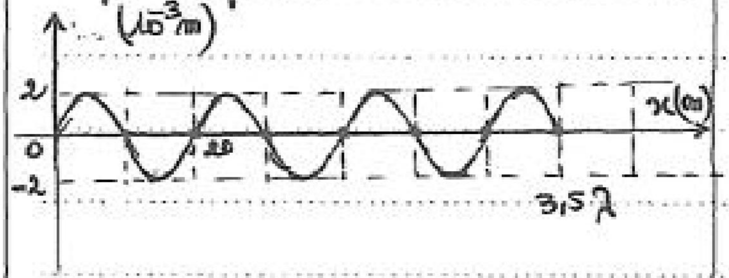
$y_S(t) = 2.10^{-3}\sin(250\pi t)$ avec $t \geq 0$

6°) $x_F = V.t_2 = 25 \times 2{,}8.10^{-2} = 0{,}7\,m$

$\frac{x_F}{\lambda} = \frac{0{,}7}{0{,}2} = 3{,}5$

$x_F = 3,5\lambda$.

• $\varphi_S = 0$ rad : le front d'onde est précédé par une crête



7°) La distance parcourue par S est $d = (3,5 \times 4) \times a$

$d = 14.a$

$d = 14 \times 2.10^{-3}$

$d = 28.10^{-3}$ m

Fin

EX 7 (Concours 2013 G2)

I/ 1°) car elle est dûe à un ébranlement mécanique

2°) Transversale car la direction de l'ébranlement est perpendiculaire à la direction de propagation

3°) La diminution de l'amplitude est dûe à la dilution de l'énergie

4°) a) La distance parcourue par l'onde pendant une période temporelle T.

b) La célérité reste inchangée car le milieu est non dispersif

λ varie

$$\lambda' = \frac{v}{N'} = \frac{v}{2N} = \frac{\lambda}{2}$$

II/ 1) a) $\lambda = 2\,cm$

b) $\lambda = v.T = \frac{v}{N}$

$v = \lambda \times N = 0{,}02 \times 25 = 0{,}5\,m.s^{-1}$

c) $x_F = v.t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{x_F}{v}$

$t_1 = \frac{6.10^{-2}}{0{,}5} = 0{,}12\,s.$

d) il y a 4 familles de points situés sur les cercles de rayons

$r_1 = \frac{3\lambda}{4}$; $r_2 = \frac{7\lambda}{4}$; $r_3 = \frac{11\lambda}{4}$

$r_4 = \frac{15\lambda}{4}$

d'élongations respectives

$y_1 = a$; $y_2 = a$; $y_3 = a$; $y_4 = 0$

2°) $\Delta x_F = v.\Delta t$

$\Delta x_F = v(t_2 - t_1)$

$\Delta x_F = v(0{,}1 - 0{,}12) = -\frac{\lambda}{2}$

3°) a) $y_S(t) = a \sin(\omega t + \varphi_S)\ \forall t \geq 0$

avec : $a = 2.10^{-3}\,s$

$\omega = 2\pi N = 50\pi\ rad.s^{-1}$

le front d'onde est précédé par une crête $\varphi_S = 0\ rad$

$\Rightarrow y_S(t) = 2.10^{-3} \sin(50\pi t)\ \forall t \geq 0$

b) D'après le principe de propagation des ondes

$y_M(t,x) = y_S(t-\theta)$ avec $\theta = \frac{r}{v}$

$= 2.10^{-3} \sin(50\pi(t-\theta))$

$= 2.10^{-3} \sin(50\pi t - 50\pi\theta)$

$= 2.10^{-3} \sin\left(50\pi t - \frac{50\pi.r}{0{,}5}\right)$

$y_M(t,x) = 2.10^{-3} \sin(50\pi t - 100\pi.r)$

$\forall t \geq \theta$

c) $\theta_1 = \frac{r_1}{v} = \frac{3.10^{-2}}{0{,}5} = 0{,}06\,s$

$\frac{\theta_1}{T} = \theta_1 \times N = 1{,}5$

$\theta_1 = 1{,}5.T$

$y_{M_1}(t) = 2.10^{-3} \sin(50\pi t - 100\pi \times 3.10^{-2})$

$= 2.10^{-3} \sin(50\pi t - 3\pi)$

$= 2.10^{-3} \sin(50\pi t - \pi)$

$\forall t \geq 1{,}5\,T$