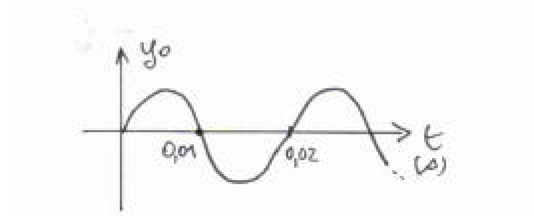
CORRECTION EXERCICICES SUR PROPAGATION D'UNE ONDE

EXERCICE 1 :

1) $y_o = a \sin(2\pi f\ t + \varphi)$
avec $a = 2.10^{-3}$ m $f = 50$ Hz
et $\varphi = 0$ puisque à $t = 0$ $y_o = 0$
Donc $\mathbf{y_o = 2.10^{-3} \sin 100\pi t}$



2) 2.1. Le point M reproduit le mouvement de la source avec un retard $\theta = \frac{x}{v}$

Donc $y_M(t) = y_o(t - \theta)$

$y_M = 2.10^{-3} \sin 100\pi (t - \frac{x}{v}) = 2.10^{-3} \sin (100\pi t - 100\pi . \frac{x}{20})$

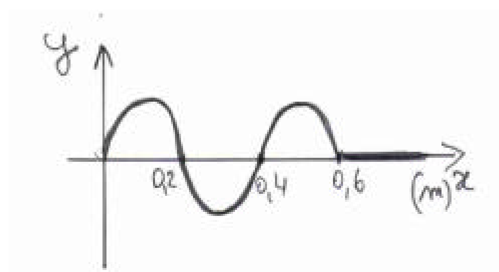
Donc $\mathbf{y_M = 2.10^{-3} \sin (100\pi t - 5\pi x)}$

REMARQUE : avant tout autre calcul, calculons explicitement la période dans le temps T et la période dans l'espace λ .

$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50}$ $T = 0{,}02$ s   et $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{20}{50}$ $\lambda = 0{,}4$ m

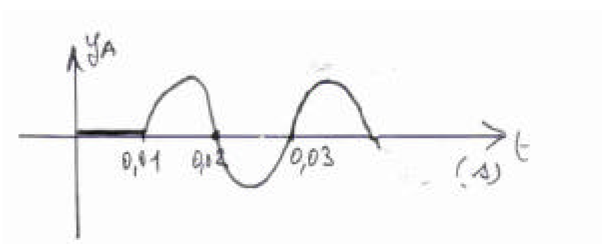
2.2. Pour $t = 0{,}03$ s on peut voir que $t = 3\frac{T}{2}$

L'équation devient :
$y_M = 2.10^{-3} \sin (100\pi . 0{,}03 - 5\pi x)$
$\mathbf{y_M = 2.10^{-3} \sin (3\pi - 5\pi x)}$



Quand O démarre son mouvement, M est encore immobile et ceci pendant 1,5 périodes.
Puis M commence son mouvement vers le haut comme le point O .

2.3. On fixe la valeur de x :   Cela correspond au point A de la corde : $x_A = 0{,}2$ m
$y_A = 2.10^{-3} \sin (100\pi . t - 5\pi . 0{,}2)$



Donc $y_A = 2.10^{-3} \sin (100\pi . t - \pi)$
Le signe – veut dire que A est en retard sur O et la valeur π veut dire un retard d'une demi-période.
Pour un temps compris entre 0 et $\frac{T}{2} = 0{,}01$s le point A ne bouge pas puis à partir de $t = 0{,}01$s le point A commence son mouvement vers le haut.

2.4. $x_A - x_O = 0{,}2 \text{ m} - 0 = 0{,}2 \text{ m} = \frac{\lambda}{2}$

Les points O et A sont tels que $x_A - x_O = (2k + 1) . \frac{\lambda}{2}$ **Les points A et O vibrent en opposition de phase**

3. 3.1. O_1 : vibre de façon sinusoïdale : $y_{o1} = 2.10^{-3} \sin 100\pi t$
O_2 : vibre de façon sinusoïdale : $y_{o2} = 2.10^{-3} \sin 100\pi t$

CONSTATATIONS : sur la surface :   il y a des points au repos (eau immobile)
Il y a des points qui vibrent avec une grande amplitude

INTERPRETATION

Au point P arrivent deux ondes qui se superposent : $y_P = y_{P1} + y_{P2}$

y_{P1} : c'est l'onde issue de O_1 : elle arrive au point P avec un retard $\theta_1 = \dfrac{d_1}{v'}$

y_{P2} : c'est l'onde issue de O_2 : elle arrive au point P avec un retard $\theta_2 = \dfrac{d_2,}{v}$

- Quand les ondes arrivent en PHASE, l'amplitude totale est MAXI
- Quand les ondes arrivent en OPPOSITION de PHASE, l'amplitude totale est NULLE.

3.2. $y_P = y_{P1} + y_{P2}$ avec $d_1 = O_1P = 2{,}55$ cm et $d_2 = O_2P = 2{,}40$ cm

$y_P = y_{P1} + y_{P2} = 2.10^{-3} \sin 100\pi\,(t - \dfrac{d_1}{v'}) + 2.10^{-3} \sin 100\pi\,(t - \dfrac{d_2}{v'})$

$y_P = 2.10^{-3} \sin (100\pi\, t - 8{,}5\,\pi) + 2.10^{-3} \sin (100\pi\, t - 8\,\pi)$

Résolution par vecteurs de FRESNEL :

$\overrightarrow{OA} = \overrightarrow{OA_1} + \overrightarrow{OA_2}$:

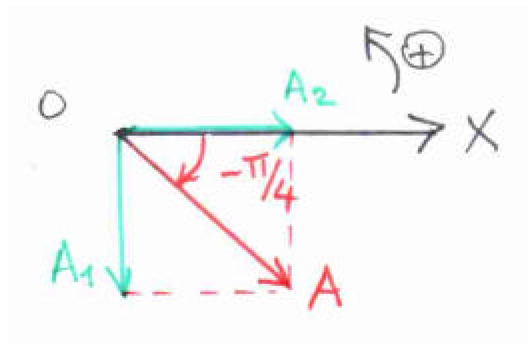
D'après la figure :

a = OA = diagonale d'un carré = $\sqrt{2}\,.\,2.10^{-3}$ m

Le déphasage vaut $\dfrac{-\pi}{4}$

Donc l'état vibratoire du point P peut s'écrire :

$$\mathbf{y_P = 2.\sqrt{2}\,10^{-3} \sin\left(100\pi\, t - \frac{\pi}{4}\right)}$$



EXERCICE 2 :

1) Quand les deux diapasons vibrent en même temps, on entend un **phénomène de battements**, c'est à dire une succession régulière périodique de sons forts, puis nuls et ainsi de suite.

2) La fréquence des battements vaut $f_b = \dfrac{5}{10} = 0{,}5$ Hz

2.1. Ce phénomène de battements est dû a la superposition de 2 ondes sonores de fréquence légèrement différente .

$y_{tot} = y_1 + y_2 = a_1 \sin(2\pi f_1\, t + \varphi_1) + a_2 \sin(2\pi f_2\, t + \varphi_2)$

On peut donc écrire que $\overrightarrow{OA} = \overrightarrow{OA_1} + \overrightarrow{OA_2}$:

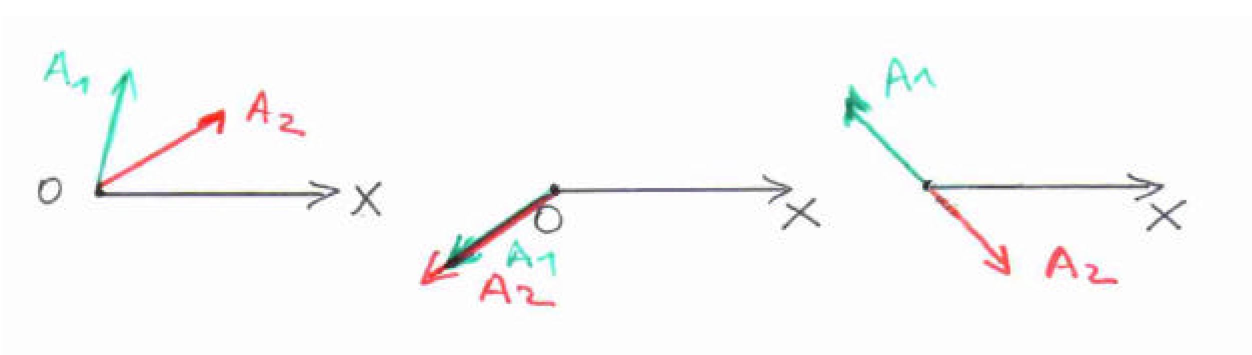
Les 2 vecteurs de Fresnel ne tournent pas à la même vitesse angulaire

f_1 sans surcharge $\Rightarrow$ $f_1 > f_2$

$\Rightarrow$ le vecteur $\overrightarrow{OA_1}$ tourne plus vite que le vecteur $\overrightarrow{OA_2}$

Il prend donc de l'avance pour finalement rattraper l'autre vecteur . Nous avons donc les situations possibles suivantes :

CAS GENERAL	Vecteurs en PHASE Le son perçu est FORT	Vecteurs en OPPOSITION Le son perçu est NUL



2.2. $f_b = f_1 - f_2 \Rightarrow f_2 = f_1 - f_b = 440 - 0{,}5 \Rightarrow$ $\mathbf{f_2 = 439{,}5\ Hz}$