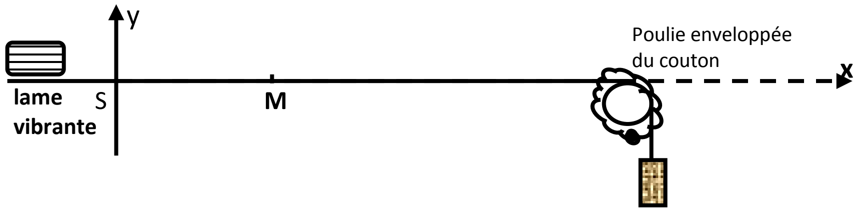
Prof : Barhoumi E. **Classe**: 4ème Math **A.S. :** 2014/2015	Tunisie - Sidi Bouzid - Lycée de Cebbala Les ondes mécaniques

Exercice n°1 :

Une lame vibrante impose à l'extrémité S d'une corde tendue horizontalement, un mouvement rectiligne transversal d'amplitude a et de fréquence N=100Hz.

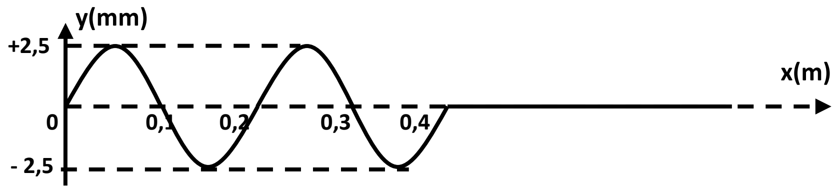
Le mouvement de S débute à l'instant t=0s, à partir de sa position d'équilibre, dirigé vers le bas. A l'autre extrémité de la corde, est suspendu un solide. Cette corde passe sur la gorge d'une poulie enveloppée de coton comme l'indique la figure suivante :



1. a. Préciser le rôle du coton.

b. Définir la longueur d'onde λ.

2. En photographiant la corde à un instant t_1, on obtient la figure ci-contre. Déterminer λ, l'instant t_1 et la célérité v de l'onde.



3. La loi horaire du mouvement de S s'écrit $y_S(t)=a\sin(2\pi Nt+\varphi)$. Déterminer a et φ.

4. a- Etablir l'équation horaire du mouvement du point B situé à 25cm de S.

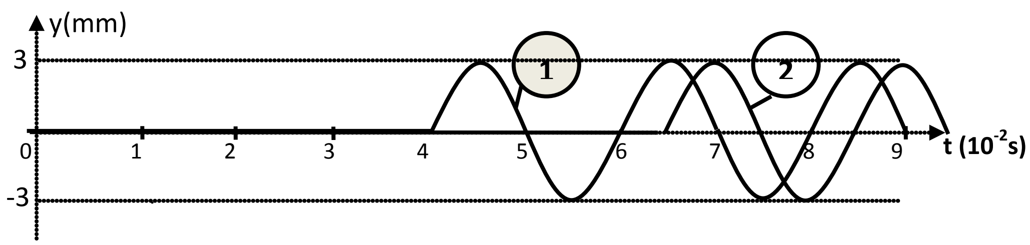
b- Comparer le mouvement de B par rapport à S.

5. Représenter le diagramme du mouvement de B.

Exercice n°2:

Une corde élastique est tendue horizontalement entre l'extrémité libre S d'une lame vibrante et un support fixe à travers une pelote de coton.

A fin d'étudier le mouvement de deux points $M_1(x_1=40cm)$ et $M_2(x_2=65cm)$ de la corde, on utilise la méthode d'analyse stroboscopique. On obtient les chronogrammes (1) et (2) représentant respectivement l'évolution des mouvements de M_1 et M_2.



1. a. Déterminer la période T, la fréquence N de l'onde et la durée Δt mise par le front d'onde pour passer de M_1 à M_2.

b. En déduire la célérité de cette onde.

c. Définir puis calculer la longueur d'onde.

2. Sachant que le mouvement de l'extrémité S débute à l'instant t=0.

a- Etablir les équations horaires de S, M_1 et M_2.

b- Comparer le mouvement de M_1 par rapport à M_2.

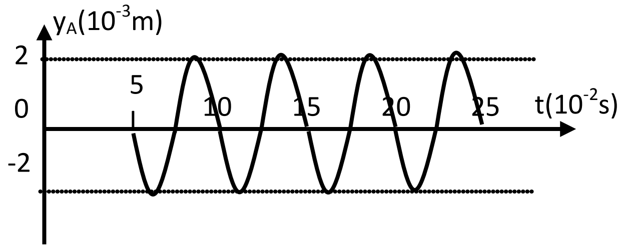
c- Déterminer la fréquence minimale N' pour laquelle M_1 et M_2 vibrent en phase.

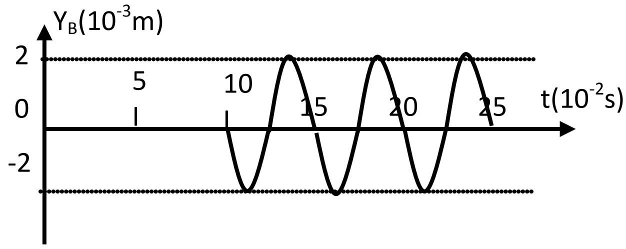
3. Représenter l'aspect de la corde à l'instant t_1=60ms.

Exercice n°3:

Une lame vibrante munie d'une pointe produit en un point O de la surface libre d'un liquide initialement au repos des vibrations sinusoïdales d'équation $y_o(t) = a \sin(2\pi Nt + \varphi_o)$

On donne sur les figures suivantes représentant les mouvements des points A et B situés sur la surface du liquide tels que la distance AB=10mm.





1. Décrire l'aspect de la surface libre du liquide.

2. En exploitant les deux graphiques précédents, déterminer la célérité v de l'onde, sa fréquence N et sa longueur d'onde λ.

3. Vérifier que $\varphi_0 = \pi$.

4. Montrer que A et B vibrent en phase.

5. Déterminer la plus petite fréquence N' de N pour que A et B vibrent en opposition de phase.

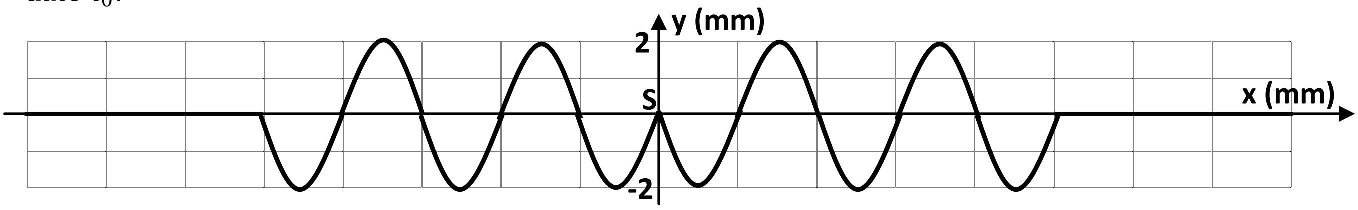
Exercice n°4:

Une réglette, fixée à un vibreur, impose à la surface libre de l'eau d'une cuve à onde des vibrations sinusoïdales verticales d'amplitude a et de fréquence N=10Hz. On suppose qu'il n'y a ni amortissement ni réflexion d'ondes.

A partir d'une date t=0, des rides rectilignes se propagent à partir d'un point source S de la surface de l'eau.

L'élongation de la source S s'écrit : $y_S(t) = a\sin(20\pi t + \varphi_S)$, $t \geq 0$.

Le graphe suivant représente une coupe transversale, passant par S, de la surface libre de l'eau à une date t_0.



1. A la date t_0, l'élongation de tout point M de la surface libre de l'eau, situé au repos à la distance SM = x de S, vérifie l'équation $y_M(t) = a\sin(20\pi t + \varphi_S - \frac{2\pi x}{\lambda})$ tel que $(-x_f \leq x \leq x_f)$ où x_f représente le front d'onde.

a. Déterminer la valeur de t_0.

b. Montrer que $\varphi_S = \pi$ rad.

2. A la date t_0, le front d'onde est situé à une distance $x_f = 45$ mm.

a. Calculer la valeur de la longueur d'onde λ.

b. En déduire la valeur de la célérité v de propagation.

3. On considère deux points P et N, de la surface de l'eau, repérés, au repos, respectivement par les abscisses $SP = x_P = 18$ mm et $SN = x_N = 22{,}5$ mm.

a. Déterminer le déphasage entre p et N : $\Delta\varphi = \varphi_P - \varphi_N$.

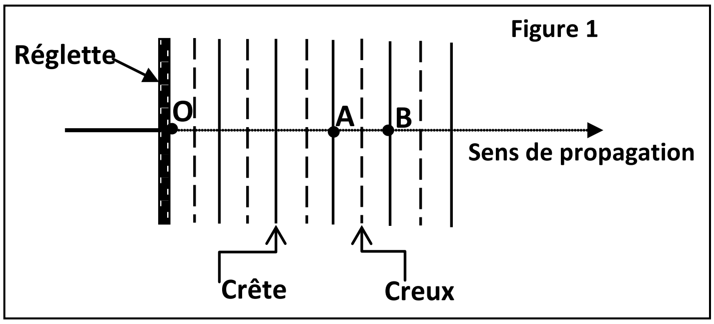
b. Déterminer les abscisses x_i des points M_i qui vibrent, à la date t_0, en quadrature retard de phase par rapport au point N.

Exercice n°5:

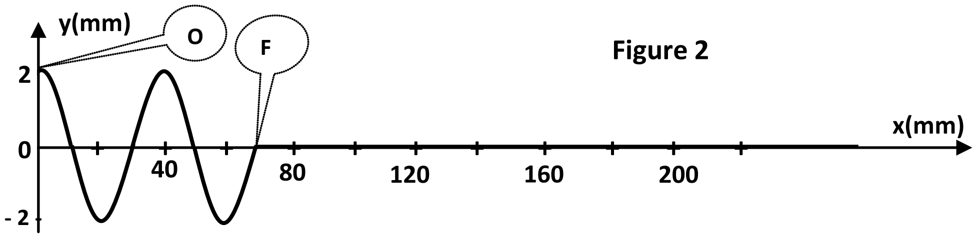
La surface libre d'une nappe d'eau d'une cuve à ondes est excitée par une réglette verticale animée d'un mouvement rectiligne sinusoïdal perpendiculaire à la surface de l'eau.
Le mouvement est de fréquence **N** et d'amplitude **a**. Des rides rectilignes parallèles à la réglette se forment et se propagent à la célérité $\mathbf{v = 0,40\ m.s^{-1}}$. La réglette est placée à l'extrémité de la cuve à ondes et son mouvement débute à un instant **(t=0)** qui sera prise comme origine du temps.

On néglige tout type d'amortissement.

Pour une fréquence $\mathbf{N=N_1}$, on a représenté sur la figure **1** des crêtes et des creux.



1/ a- Préciser, en le justifiant, si l'onde considérée est longitudinale où transversale.
b- La distance entre les points **A** et **B** qui appartient à deux crêtes consécutives, représente l'une des caractéristiques de l'onde. Nommer cette caractéristique et donner sa définition.
2/ La figure **2** donne, à un instant $\mathbf{t_1}$, la coupe transversale de la surface de l'eau par un plan vertical perpendiculaire à la réglette et passant par **O**.



a- Déterminer les valeurs de la longueur d'onde λ, de la fréquence $\mathbf{N_1}$ et de l'instant $\mathbf{t_1}$.
b- Etablir les lois horaires $\mathbf{y_O(t)}$ et $\mathbf{y_F(t)}$ respectivement du mouvement des points **O** et **F**.
c- Comparer le mouvement du point **O** par rapport à celui du point **F**.
3/ Déterminer les vitesses des points O et F à l'instant $\mathbf{t_1}$.
4/ Représenter les diagrammes de mouvements $\mathbf{y_O(t)}$ et $\mathbf{y_F(t)}$ pour t ϵ [0,4T] sur le même système d'axes donné en annexe mais avec deux couleurs différentes.
5/ On fait varier la fréquence **N** du vibreur, déterminer la plus petite valeur $\mathbf{N_2}$ de la fréquence **N** pour que les points **O** et **F** vibrent en phase.

Exercice n°6:

Une onde mécanique transversale d'amplitude a=4mm se propage le long d'une corde élastique AB tendue horizontalement à partir de la source A avec la célérité $10 m.s^{-1}$. Le mouvement de l'extrémité A débute à t=0 et admet comme équation horaire :$y_A(t)=4.10^{-3}\sin(200\pi t+\pi)$.
1- Donner la définition d'une onde mécanique progressive.
2- Déterminer la valeur de la fréquence N, puis celle de la longueur d'onde λ.
3- Etablir l'équation horaire du mouvement d'un point P de la corde tel que x_P=22,5cm. Comment vibre P par rapport à A ?
4- L'aspect de la corde à un instant t_1 est représenté sur la figure 1.
a- Déterminer graphiquement la valeur de t_1.
b- Déterminer les abscisses x_i des points M_i de la corde ayant, à l'instant t_1, l'élongation $y_M=\frac{a}{2}$.

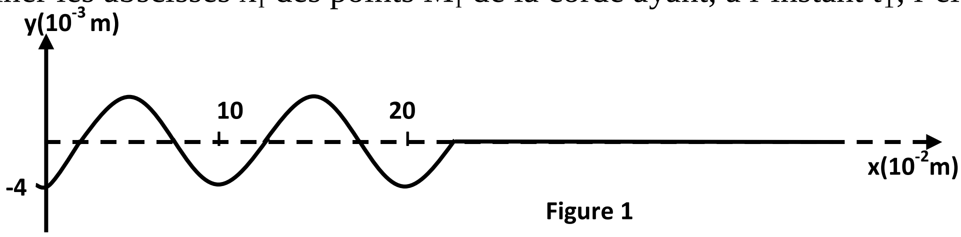


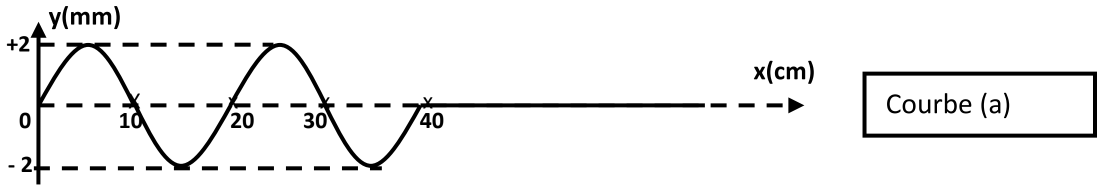
Figure 1

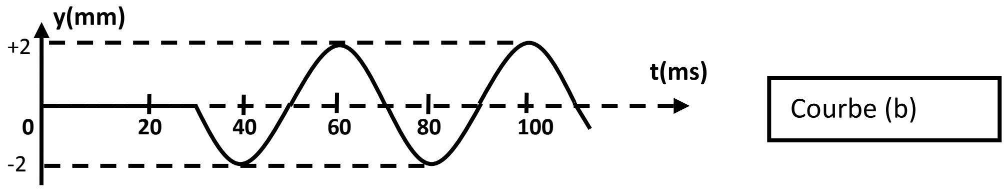
Exercice n°7:

Une corde est reliée par son extrémité S à un vibreur muni d'une lame vibrante qui lui communique un mouvement vibratoire transversal. Ce dispositif permet de créer une onde progressive transversale qui se propage le long de la corde. Le mouvement de la source S débute à l'instant t=0. On suppose qu'il n'ya ni amortissement ni réflexion des ondes.

Une étude expérimentale a permis de tracer les courbes (a) et (b) qui représentent :

- le diagramme du mouvement d'un point N de la corde situé à une distance D de S.
- l'aspect de la corde à un instant t_1 donnée.





1. Laquelle des deux courbes (a) ou (b) représente l'aspect de la corde à l'instant t_1. Justifier.
2. En exploitant les courbes (a) et (b), déterminer :

a. la longueur d'onde λ, la période T et la célérité v de l'onde.

b. l'instant t_1 et la distance D.

3. Etablir l'équation horaire $y_S(t)$ du mouvement de la source.
4. Déterminer les abscisses des points M ayant, à l'instant t_1, une vitesse maximale et se dirigeant vers le haut.

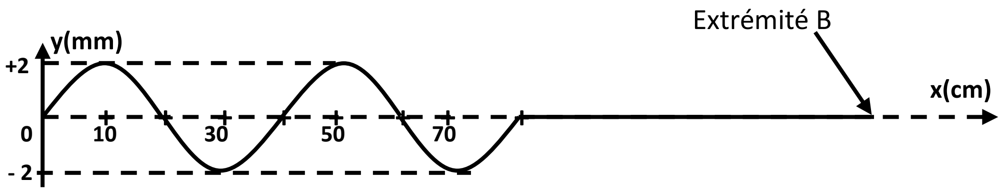
Exercice n°8:

Une corde élastique (SB) de longueur SB=1,2m est tendue horizontalement. Un vibreur communique à la source S un mouvement rectiligne sinusoïdal, les ondes incidentes arrivent au point B et elles seront absorbées par un dispositif qui empêche la réflexion des ondes.

À t=0, La source S commence à vibrer avec une fréquence N=50Hz.

L'équation horaire du mouvement de l'extrémité S s'écrit : $y_S(t) = a\sin(2\pi Nt + \varphi_S)$.

Le graphique suivant représente l'aspect de la corde à un instant t_1.



1) En exploitant le graphique, déterminer la longueur d'onde λ, la date t_1 et la phase initiale φ_S.

2) a. Calculer la célérité de l'onde ?

b. À quel instant t_B l'extrémité B initialement au repos est affectée par l'onde ?

3) a. Etablir la loi horaire du mouvement d'un point A de la corde situé à la distance $x_A = \frac{3\lambda}{2}$ de S.

b. Représenter le diagramme du mouvement du point A.