

**EX N°1**

Une onde progressive sinusoïdale se propage le long d'une corde avec une célérité  $v=15 \text{ ms}^{-1}$

1- L'élongation en fonction du temps  $y_s(t)$  du point  $M_1$  de la corde situé à une distance

$x_{M_1} = 15 \text{ cm}$  de la source  $S$  de propagation.

a- Définir la longueur d'onde.

b- Déterminer l'équation de  $y_s(t)$  de la source  $S$ .

c- Représenter sur un même graphique les courbes  $y_1(t)$  et  $y_s(t)$ . Comment vibre  $M_1$  par rapport à  $S$  ?

2- Après passage en un point  $M_2$  de la corde tel que  $M_1M_2 = 5 \text{ cm}$ .

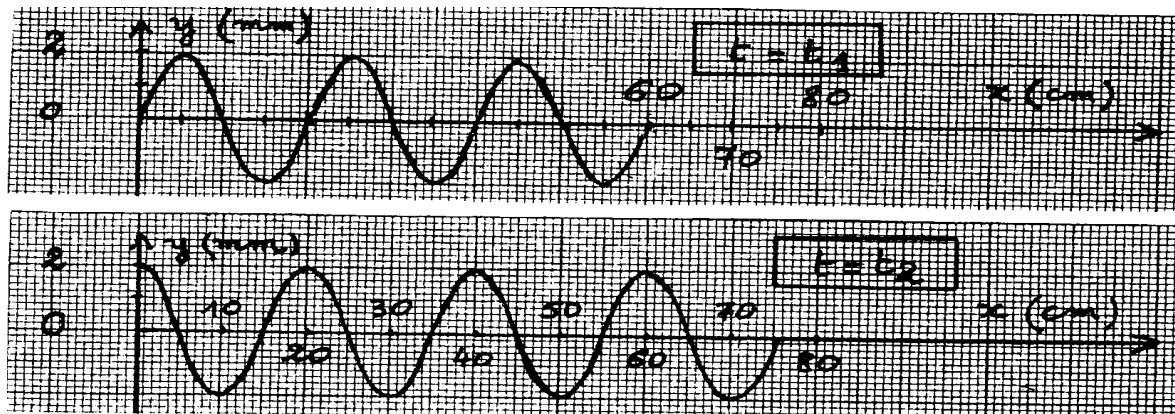
déterminer le déphasage.

3-représenter l'élongation  $y_2(t)$  à l'instant  $t = 5,5 \cdot 10^{-2} \text{ s}$ .

4-Déterminer le nombre et la position des points ayant la même élongation que  $M_2$  et vibrant vers le

**EX N°2**

Une corde homogène et horizontalement est reliée à l'extrémité  $S$  d'une lame vibrante animée d'un mouvement rectiligne alternatif vertical. La corde est supposée de longueur infinie pour exclure toute réflexion de sorte que l'onde soit progressive. Le mouvement de la lame commence à  $t = 0 \text{ s}$ . On donne dans le graphe ci-dessous l'aspect de la corde à deux instants  $t_1$  et  $t_2$  tels que  $t_2 - t_1 = 0,75 \cdot 10^{-2} \text{ s}$



- 1- Déterminer la longueur d'onde  $\lambda$ .
- 2- Déterminer à partir du graphe la célérité de l'onde et en déduire la fréquence de vibration de la lame.
- 3- Calculer les instants  $t_1$  et  $t_2$  correspondants aux prises de vues de la corde.
- 4- Représenter l'aspect de la corde à l'instant  $t_0 = 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ s}$
- 5- Etablir en utilisant l'aspect de la corde à l'instant  $t_2$ , l'équation horaire  $y_s(t)$  de la source  $S$ .
- 6- Déterminer le nombre et la position des points vibrant en quadrature avance de phase par rapport au point d'abscisse  $x_0 = 5 \text{ cm}$  à  $t = t_1$ .
- 7- a- On éclaire la corde avec un stroboscope émettant des éclairs avec une fréquence notée  $N_e$ . Déterminer le nombre de fois où on observe l'immobilité apparente de la corde si  $N_e$  varie entre  $20 \text{ Hz}$  et  $80 \text{ Hz}$  ?  
b- Décrire ce que l'on observe pour  $N_e = 26 \text{ Hz}$ , puis pour  $N_e = 49 \text{ Hz}$ .

**EX N°3**

Une lame vibrante est munie d'une pointe qui frappe verticalement la surface d'une nappe d'eau en un point  $O$  dont l'élongation en fonction du temps est  $y_0 = 2 \cdot 10^{-3} \sin(200\pi t + \pi)$ .

Les vibrations de la pointe produisent à la surface de l'eau des ondes transversales qui se propagent à la surface de l'eau dans toutes les directions avec une célérité  $V = 1 \text{ m.s}^{-1}$ . On suppose qu'il n'y a ni réflexion, ni amortissement

1- Déterminer l'équation horaire  $y_{M_1}(t)$  du mouvement du point  $M_1$  de la surface de l'eau situé à la distance  $x_1 = 2,5 \text{ cm}$  de  $O$ .

2- Quelle est la valeur de l'élongation du point  $M_1$  à l'instant  $t_1 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ s}$  et  $t_2 = 3,25 \cdot 10^{-2} \text{ s}$ .

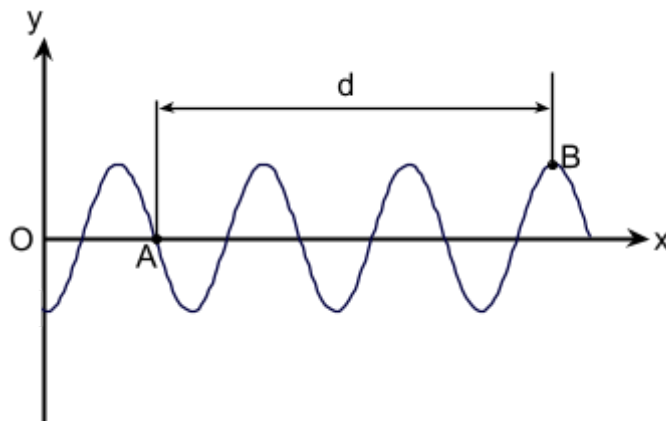
- 3- Représenter l'aspect d'une coupe transversale de la surface de l'eau à l'instant  $t_0 = 3,5 \cdot 10^{-2} \text{ s}$
- 4- Déterminer l'ensemble des points vibrant en quadrature de phase avec le point  $M_1$  à l'instant  $t_0 = 3,5 \cdot 10^{-2} \text{ s}$ .
- 5- On éclaire la surface de l'eau avec un stroboscope réglé sur une fréquence  $N_e$ .
- Quelle est la plus grande fréquence de stroboscopie qui donne l'impression d'une surface immobile ?
  - Qu'observe-t-on avec les fréquences  $N_e = 24 \text{ Hz}$  ?
- 6- En réalité, on observe une diminution de l'amplitude des vibrations des points de la nappe d'eau A quel phénomène est-ce dû ?

#### EX N°4 (DC N°3)

L'extrémité S d'une corde tendue de longueur  $d$  est reliée à une lame vibrante animée d'un mouvement sinusoïdal transversal d'amplitude  $a$  et de fréquence  $N$ . L'autre extrémité est munie d'un amortisseur qui empêche toute réflexion d'onde et absorbe l'énergie à la célérité  $C$ . Le mouvement de la source S commence à  $t = 0 \text{ s}$ .

La photographie de la corde à l'instant  $t_0 = 3,5 \cdot 10^{-2} \text{ s}$  est donnée par le graphe ci-dessous.

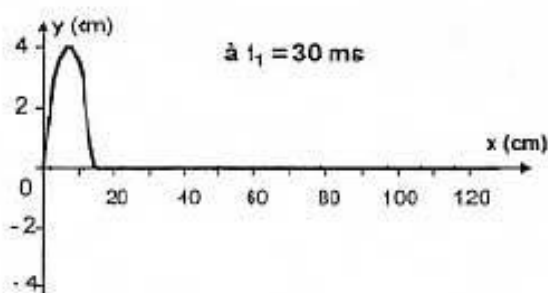
- Les deux points A et B sont à une distance  $d = 27,5 \text{ cm}$ .
  - Définir la phase de vibration des points A et B.
  - Déterminer la célérité  $C$  de la corde.
- On donne l'équation horaire de vibration du point B :  $y_B(t) = 2 \cdot 10^{-3} \sin(100 \pi t + \pi)$  pour  $t \geq 0_B$ .
  - Calculer  $\theta_B$ .
  - Représenter la sinusoïde des temps du point B pour  $t \in [0, 5T]$ ,  $T$  est la période temporelle.
  - Etablir l'équation horaire de la source S.
- Représenter l'aspect de la corde à l'instant de date  $t_2 = 8,5 \cdot 10^{-2} \text{ s}$ .
  - Déterminer le nombre et les positions des points de la corde ayant à la date  $t_2$  la même élongation que le point  $M_1$  d'abscisse  $x_1 = 1,25 \text{ cm}$  et se déplaçant dans le sens négatif.
  - Déterminer le nombre et les positions des points de la corde qui vibrent en quadrature retard de phase avec la source S à la date  $t_2$ .



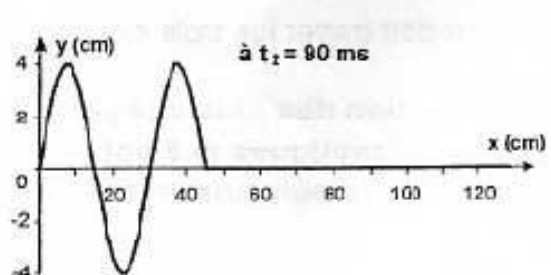
#### EX N°5

L'extrémité gauche d'une corde est reliée à un vibreur effectuant des oscillations sinusoïdales entretenues à partir d'un instant de date  $t_0 = 0 \text{ s}$ . Les graphiques 1 et 2 représentent l'état de la corde à une date donnée. Les élongations  $y$  et les abscisses  $x$  sont graduées en **cm**.

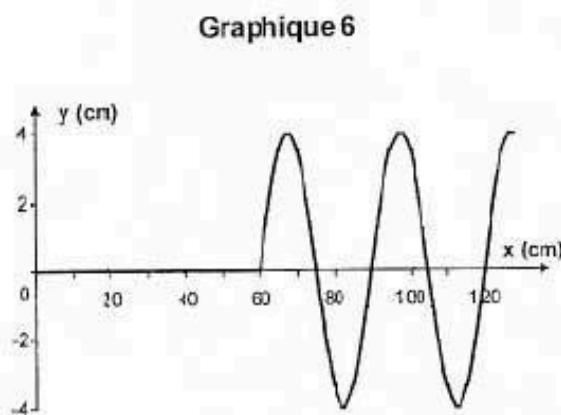
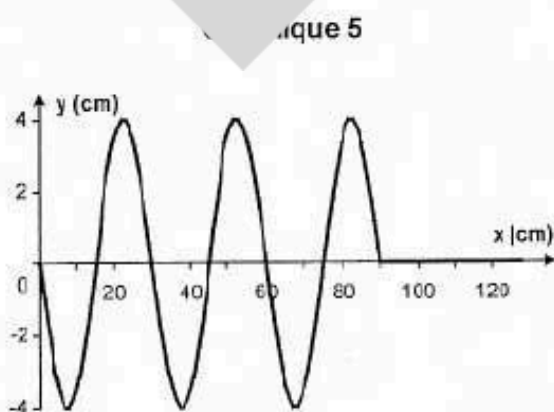
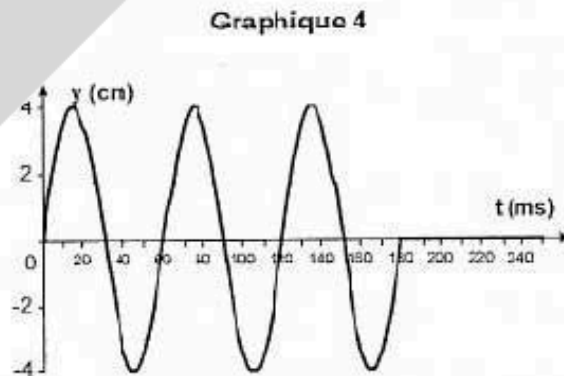
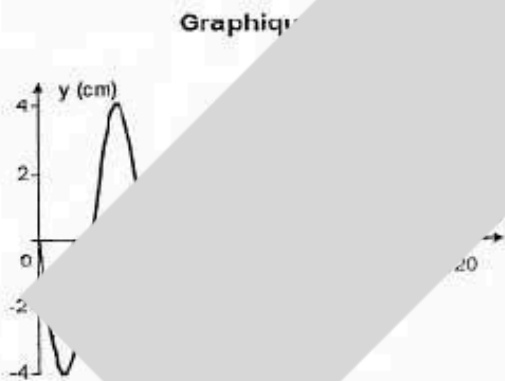
Graphique 1



Graphique 2



- 1) a- Déterminer à partir de l'un des graphiques la célérité de la corde.  
 b- Pourquoi parle-t-on de célérité au lieu de vitesse ?
- 2) À partir des graphiques 1 et 2, déterminer la valeur de  $t_3$ .
- 3) Déterminer l'équation horaire du vibreur  $y_s(t)$ .
- 4) Dans la même expérience, parmi les graphiques 3, 4 et 5, lequel représente l'aspect de la corde à l'instant de date  $t_3 = 180 \text{ ms}$  ?



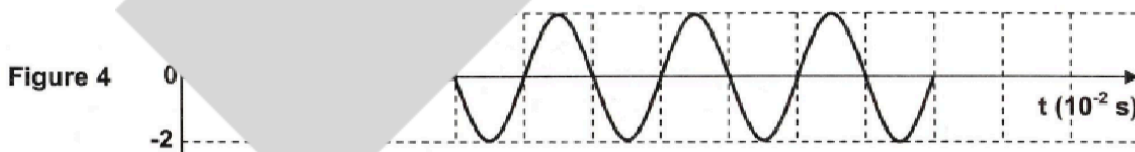
- 5) Déterminer le nombre et la position des points de la corde vibrant en quadrature retard de phase par rapport au point d'abscisse  $x_0 = 15 \text{ cm}$  à l'instant  $t_3$ .

**EX N°6** ( bac contrôle 2007)



### EX N°8

En un point  $S$ , de la surface de l'eau, une source ponctuelle produit des vibrations sinusoidales de longueur d'onde  $\lambda = 2.10^{-3} \text{ m}$  et de fréquence  $N$ .  
 A l'instant  $t = 0$ , le point  $S$  est dans l'état de repos. La sinusoïde du temps traduisant l'évolution du déplacement du point  $M_1$  de la surface de l'eau située à la distance  $x_1 = 4 \text{ cm}$  de la source, est donnée par la figure 4.  
 La réflexion et l'atténuation des ondes sont considérées comme négligeables.

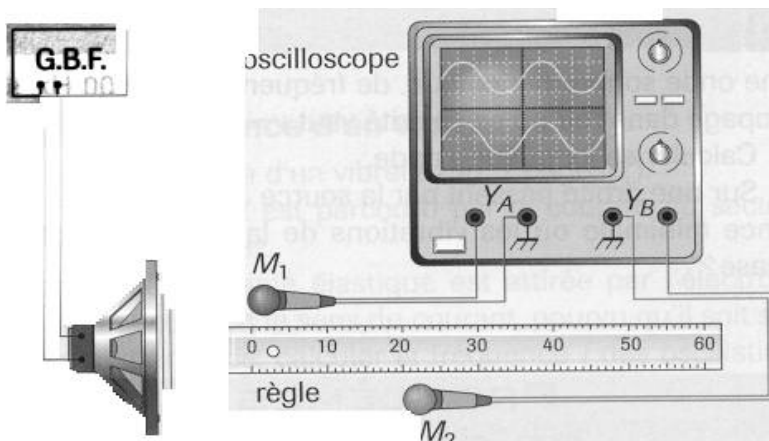


- 1) a- Déterminer, à partir du graphe, la fréquence  $N$  et montrer que la célérité de propagation de l'onde est  $v = 0,5 \text{ m.s}^{-1}$ .  
 b- Définir la longueur d'onde  $\lambda$ . Calculer sa valeur.
  
- 2) a- Montrer que les points  $M_1$  et  $S$ , de la surface de l'eau, vibrent en phase.  
 b- Dédire que l'équation horaire du mouvement de la source  $S$  s'écrit :  
 $y_s(t) = 2.10^{-3} \cdot \sin(50\pi t + \pi)$ , exprimée en m.
  
- 3) a- Etablir l'équation horaire du mouvement d'un point  $M$  de la surface de l'eau situé, au repos, à une distance  $SM = x$  de  $S$ .  
 b- Représenter une coupe de la surface de l'eau, à l'instant  $t_0 = 8.10^{-2} \text{ s}$ , suivant un plan vertical passant par  $S$ .
  
- 4) a- Déterminer les lieux des points, de la surface de l'eau, qui vibrent en opposition de phase avec  $S$  à l'instant  $t_0$ .  
 b- Préciser, en le justifiant, si les points qui sont en opposition de phase avec  $S$ , à l'instant  $t_0$ , vont vibrer, juste après  $t_0$ , verticalement dans le sens ascendant supposé positif, ou bien dans le sens descendant.

### EX N°9

On désire mesurer la vitesse des ondes sonores dans l'air.

Le son émis par le haut-parleur est capté par les deux microphones  $M_1$  et  $M_2$  branchés sur les voies  $Y_A$  et  $Y_B$  de l'oscilloscope selon le montage de la figure ci-dessous.



- 1.1 L'onde sonore qui se propage est-elle :  
 -longitudinale ou transversale ?  
 -unidimensionnelle, bidimensionnelle ou tridimensionnelle ?

1.2 Calculer la fréquence du son capté par les microphones sachant que le calibre horizontal de l'oscilloscope est  $0,1 \text{ ms/div}$ . Les abscisses  $x_1$  et  $x_2$  des deux microphones sont repérées sur la règle. Quand  $x_1 = x_2 = 0$ ,

les deux courbes observées sur l'oscilloscope sont en phase. On déplace le microphone en  $M_1$  et on déplace lentement le microphone  $M_2$ . On relève l'abscisse  $x_2$  de  $M_2$  à chaque fois que les courbes sur l'oscilloscope sont de nouveau en phase. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Position n°	1	2	3	4	5
Abscisse $x_2$ (cm)	17,0	34,0	51,0	68,0	85,0

- 2.1 Quelle valeur de la célérité du son peut-on déduire de ces mesures ?
- 2.2 Quelle est la célérité du son à cette température où sont effectuées les mesures ?
- 2.3 Si on change la température de l'air, la célérité  $V$  ne change pas. Pourquoi ?
- 2.4 Serait-il possible de réaliser ce montage, mais avec un seul microphone ? Si oui, décrire le montage.
- 2.5 Les courbes observées dans les positions successives du **micro 2** sont-elles les mêmes ? Justifier.

### EX N°10 (DC)

Un haut-parleur  $H$  est alimenté par un G.B.F délivrant une tension sinusoïdale de fréquence  $f$  variable. Les ondes sonores émises sont captées par un micro  $M$  placé en face du haut-parleur et pouvant être déplacé le long d'une règle de longueur  $1,00\text{ m}$ .

Les signaux émis et reçus sont visualisés à l'aide d'un oscilloscope (voir ci-dessous).

Base de temps : **0,1 ms/div**

Sensibilité verticale : la même pour les deux voies.

1) La position de  $M$  la plus proche de  $H$  pour laquelle les deux signaux sont en phases est obtenue pour la distance  $HM = x_0 = 17\text{ cm}$ .

- a) Que représente la distance  $x_0$  ?
  - b) Déterminer la fréquence  $f$  et en déduire la célérité du son émis par le haut-parleur.
  - c) identifier parmi les courbes 1 et 2 celle correspondant à  $M$ . Justifier la réponse.
- 2) Déterminer le nombre de fois où on peut obtenir les deux signaux en phase le long de la règle ?
- 3) Déterminer la fréquence minimale qu'on pourrait utiliser pour obtenir au moins une fois le long de la règle, les deux signaux en phase.

