

## Correction des exercices

### Exercice 1 :

#### 1- Calcul de la vitesse de propagation :

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

La masse linéaire de la corde est égale :  $\mu = \frac{m}{L}$  d'où  $v = \sqrt{\frac{F \cdot L}{m}}$

A.N :  $v = \sqrt{\frac{5 \times 8}{0,1}} \Rightarrow v = 20 \text{ m/s}$

#### 2- Calcul de la durée de parcours :

La propagation se fait avec vitesse constante :  $v = \frac{L}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{L}{v}$

A.N :  $\Delta t = \frac{8}{20} \Rightarrow v = 0,4 \text{ s}$

### Exercice 2 :

Solution :

#### 1- Expression de la durée $\Delta t$ :

L'éclair parcourt la distance  $d$  en une durée :  $t_1$  à la vitesse  $v_{son}$  tel que :

$$v_{son} = \frac{d}{t_{son}} \Rightarrow t_{son} = \frac{d}{v_{son}}$$

Le tonnerre parcourt la distance  $d$  en une durée :  $t_2$  à la vitesse  $c$  tel que :

$$c = \frac{d}{t_{éclair}} \Rightarrow t_{éclair} = \frac{d}{c}$$

La durée qui s'écoule entre la réception de l'éclair et la réception de tonnerre est :

$$\Delta t = t_{son} - t_{éclair} \Rightarrow \Delta t = d \left( \frac{1}{v_{son}} - \frac{1}{c} \right)$$

#### 2- Montrons l'expression :

On a :

$$v_{son} \ll c \Rightarrow \frac{1}{v_{son}} \gg \frac{1}{c}$$

Expression  $\Delta t = d \left( \frac{1}{v_{son}} - \frac{1}{c} \right)$  devient :

$$\begin{aligned} \Delta t &= \frac{d}{v_{son}} \Rightarrow d = \Delta t \cdot v_{son} \\ d &= 5 \times 340 = 1700 \text{ m} \end{aligned}$$

## Exercice 3 :

### 1- Pour quoi les ondes ultrasonores sont des ondes mécaniques ?

Les ondes ultrasonores sont des ondes mécaniques car elles nécessitent un milieu matériel pour se propager : déplacement de zones de compression et de zone de dilatations de l'air.

### 2- Le retard $\tau$ entre l'émission et la réception :

D'après l'écran de l'oscilloscope le retard est :

$$\tau = V_H \cdot x = 1,0 \text{ ms/div} \times 2 \text{ div} = 2,0 \text{ ms}$$

### 3- la distance d qui sépare l'émetteur et le récepteur de la paroi réfléchissante :

Le son parcourt 2 fois la distance d pour aller de l'émetteur au récepteur pendant une durée de  $\tau = 2ms$ .

$$v = \frac{2d}{\tau} \Rightarrow d = \frac{v \cdot \tau}{2}$$

$$d = \frac{340 \times 1,0 \times 10^{-3}}{2} = 0,34 \text{ m} = 34 \text{ cm}$$

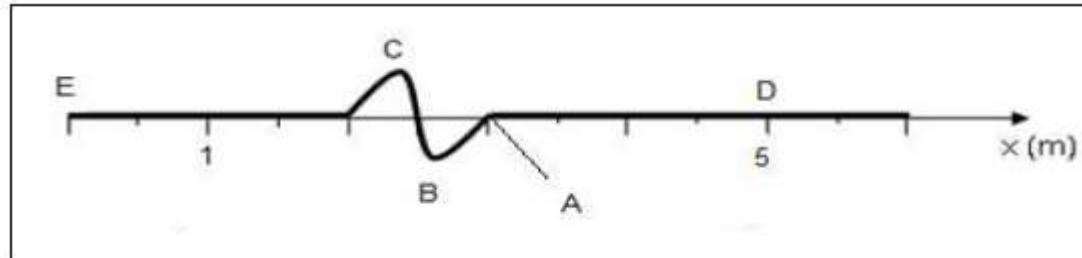
## Exercice 4 :

### 1- L'onde est transversale:

car les points de la corde se déplacent perpendiculairement par rapport à la direction de propagation de la perturbation.

De plus l'onde étudiée est une onde progressive. Elle transporte de l'énergie et ne déplace pas la matière.

### 2- Représentation du point A sur la corde :



### 3- La célérité de l'onde le long de la corde a pour expression :

$$v = \frac{d}{\Delta t}$$

Où d désigne la distance parcourue en mètre pendant la durée  $\Delta t$  en secondes.

Dans ce cas le front d'onde se situe à 3 m de la source au bout de 3s, donc  $v = \frac{3}{3} = 1 \text{ m/s}$

## 4- Description du mouvement du point D :

Une fois l'onde arrive au point D, il commence à descendre puis remonter et redescend et enfin sur sa position de repos : il se déplace sur une droite perpendiculaire à l'axe des x dessiné.

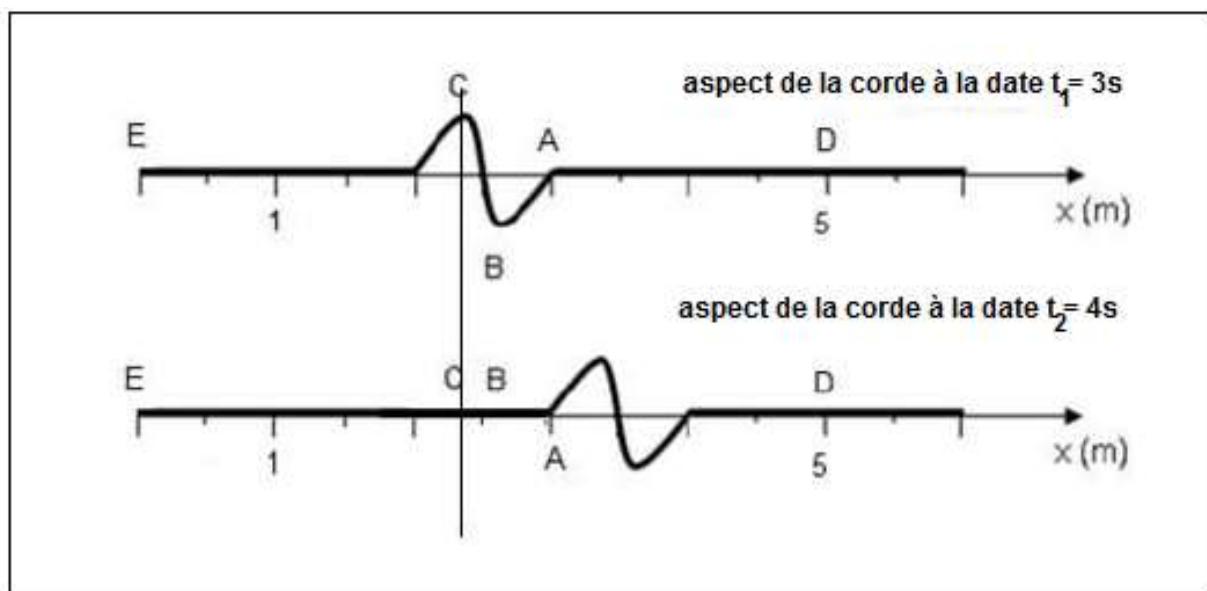
La longueur d'onde sur le schéma est de 1m donc on utilise la formule :

$$v = \frac{L}{\Delta t'} \Rightarrow \Delta t' = \frac{L}{v} \Rightarrow \Delta t' = \frac{1}{1} = 1s$$

## 5- Localisation des points A, B et C à la date $t' = 4s$ sur la corde :

A la date  $t_2 = 4s$ , le front d'onde se trouve à une distance  $d_2$  tel que :

$$v = \frac{d_2}{t_2} \Rightarrow d_2 = v \cdot t_2 \Rightarrow d_2 = 1 \times 4 = 4m$$



## 6- Le retard $\tau'$ du point F par rapport à E :

Considérons l'extrême de la corde située au point noté F à 6,0 m de l'élève.

Calculons le retard du point F par rapport au point A :

$$v = \frac{AF}{\tau'} \Rightarrow \tau' = \frac{AF}{v} \Rightarrow \tau' = \frac{6}{1} = 6s$$

Le point F commence son mouvement à la date  $t_F = \tau' = 6s$ , son mouvement va durer  $t = 1s$ , F s'arrête à la date  $t'_F = t_F + t = 7s$ , à partir de  $t'_F = 7s$  le point F est au repos du nouveau.

## Exercice 5 :

1- Le signal est transversal : car la direction de propagation est perpendiculaire à la direction de déformation.

2- Graphiquement la longueur du signal est  $L$  :

$$L = 10 - 4 = 6\text{cm}$$

La durée  $\tau$  du signal :

$$v = \frac{L}{\tau} \Rightarrow \tau = \frac{L}{v} \Rightarrow \tau = \frac{6 \cdot 10^{-2}}{2} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ s}$$

3- Détermination de l'instant  $t_1$  :

Le signal quitte le point S à l'instant  $t=0$ , à l'instant  $t_1$  il arrive à un point M de la corde dont l'aspect est représenté dans la figure 1.

$$v = \frac{SM}{\Delta t} = \frac{d}{t_M - t_0} = \frac{d}{t_M}$$

$$t_M = \frac{d}{v} \Rightarrow t_M = \frac{10 \times 10^{-2}}{2} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ s}$$

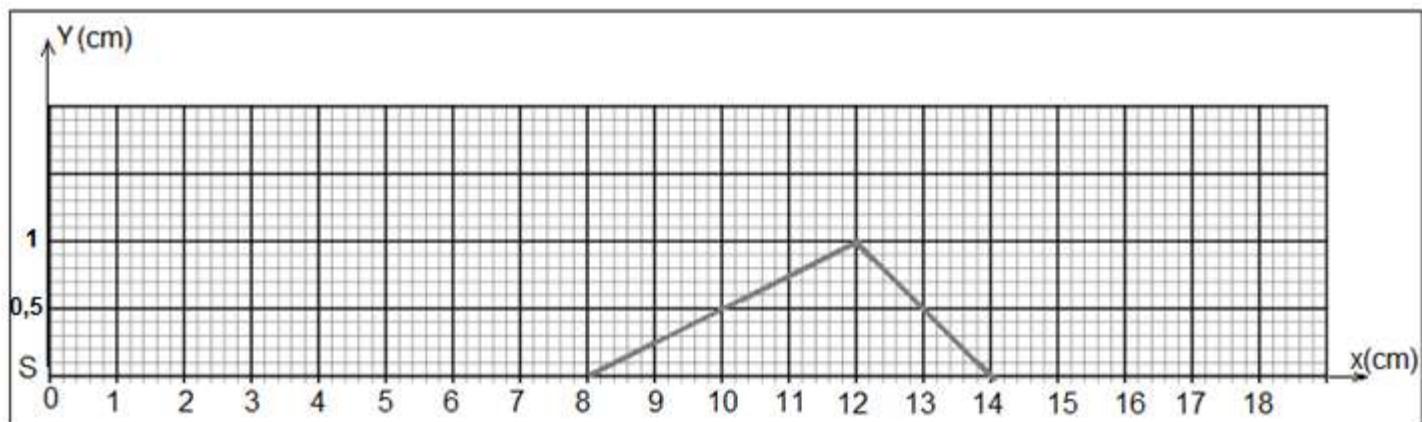
4- Représentation de l'aspect de la corde à l'instant  $t_2 = 7 \cdot 10^{-2} \text{ s}$  :

Le signal parcourt la distance  $d'$  pendant la durée  $t_2 = 7 \cdot 10^{-2} \text{ s}$  tel que :

$$v = \frac{d}{t_2} \Rightarrow d = v \cdot t_2 = 2 \times 7 \times 10^{-2} = 14 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 14 \text{ cm}$$

Le front du signal est à la distance  $d' = 14 \text{ cm}$  de la source S ; l'arrière du signal est à la distance :

$$d'' = d' - L = 14 - 6 = 8 \text{ cm}$$



5- Déterminer l'instant  $t'_Q$  au bout duquel le signal quitte le point Q situé à 16cm de la source S.

Le point Q commence sa vibration à l'instant  $t_Q = \frac{SQ}{v} = \frac{0,16}{2} = 8 \cdot 10^{-2} s$

Son mouvement dure pendant une durée  $\tau = 3 \cdot 10^{-2} s$

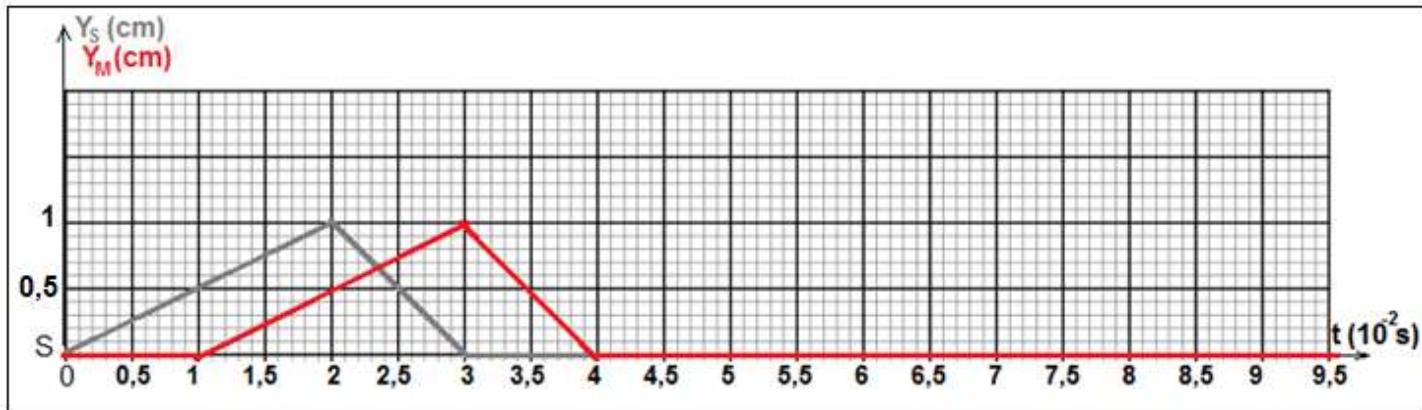
Le point Q termine son mouvement à la date  $t'_Q = t_Q + \tau = 11 \cdot 10^{-2} s$

6- Représentation de la variation de l'élongation  $Y_S$  de la source S en fonction du temps :

Pour déterminer l'élongation de la source S il faut déterminer l'amplitude  $Y_S$  du point S à quelques instants remarquable :

Distance $SM_i$ (cm)	$SM_0 = 0$	$SM_1 = 1$	$SM_2 = 2$	$SM_3 = 3$	$SM_4 = 4$	$SM_5 = 5$	$SM_6 = 6$	$SM_7 = 7$	
Instant $t_i$ ( $10^{-2}s$ )	$t_0 = 0$	$t_1 = 0,5$	$t_2 = 1$	$t_3 = 1,5$	$t_4 = 2$	$t_5 = 2,5$	$t_6 = 3$	$t_7 = 3,5$	
Amplitude $Y_S$ (cm)	$Y_S = 0$	$Y_S = 0,25$	$Y_S = 0,5$	$Y_S = 0,75$	$Y_S = 1$	$Y_S = 0,5$	$Y_S = 0$	$Y_S = 0$	

On obtient l'élongation  $Y_M$  du point M en faisant une translation de l'élongation  $Y_S$  du point S selon l'axe de temps avec le retard  $\tau$  (voir figure ci-dessus).



## Exercice 6 :

1-

1-1- Définition de l'onde transversale :

Une onde est transversale si la direction de déformation d'un point est perpendiculaire à celle de la propagation de l'onde.

## 1-2- Types d'ondes :

-Le schéma 1 correspond à la propagation d'une onde longitudinale.

-Le schéma 2 correspond à la propagation d'une onde transversale.

2-

2-1- D'après Le texte, les ondes P sont plus rapides que les ondes S.

L'origine des temps ( $t=0$ ) a été choisie comme instant du début du séisme à San Francisco.

Le train d'ondes A est détecté en premier ( $t=40\text{s}$ ) puis le train d'ondes B arrive ensuite à la station d'Eureka.

## 2-2- Justification de la réponse :

La détection du séisme à la station d'Eureka est obtenue à la date  $t_2 = 8\text{h } 15\text{min } 20\text{s}$ .

Pour que les ondes P parcourent la distance d'épicentre- station Eureka, il a fallu environ

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 40 \text{ s}.$$

Le séisme s'est donc produit à l'épicentre à la date  $t_1 = t_2 - \Delta t$

$$t_1 = 8\text{h } 15\text{ min } 20\text{s} - 40\text{s} = 8\text{h } 14\text{ min } 20\text{s}$$

## 2-3- Distance entre l'épicentre du séisme de la station Eureka :

$$d = v \cdot \Delta t$$

$$d = 10 \times 40 = 400 \text{ km}$$

## 2-4-- vitesse moyenne des ondes S :

Le parcourt de la distance d par les ondes S nécessite une durée de  $\Delta t' = 66 \text{ s}$

$$v_s = \frac{400}{66} = 6,1 \text{ km/h}$$