

## Ondes mécaniques progressives

### Exercices corrigés

#### Exercice 1 :

La relation  $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$  donne la vitesse de propagation d'un signal transversal le long d'une corde tendue, dont  $F$  est la tension de la corde et  $\mu$  sa masse linéaire.

- 1- Calculer la vitesse de propagation d'un signal le long d'une corde de longueur  $L = 8 \text{ m}$  et de masse  $m = 100 \text{ g}$  si sa tension est  $F = 5 \text{ N}$ .
- 2- Quelle est la durée que met le signal pour parcourir la corde toute entière.

#### Exercice 2 :

Pendant un coup de foudre, l'éclair et le bruit de tonnerre se produisent en même temps. Mais comme la lumière va plus vite que le son, on voit l'éclair avant d'entendre le tonnerre.

- 1- Trouver l'expression de la durée  $\Delta t$  qui s'écoule entre l'éclair et le tonnerre en fonction de  $d$ , de  $v_{son}$ , la célérité du son dans l'air et  $c$  la célérité de la lumière dans l'air.
- 2- En considérant que  $v_{son} \ll c$ , ( $v_{son}$  est négligeable devant  $c$ ) montrer que l'expression de la durée  $\Delta t$  s'écrit :  $\Delta t = \frac{d}{v_{son}}$ . Déterminer la distance  $d$  si la durée qui s'écoule entre l'éclair et le bruit de tonnerre est 5s.

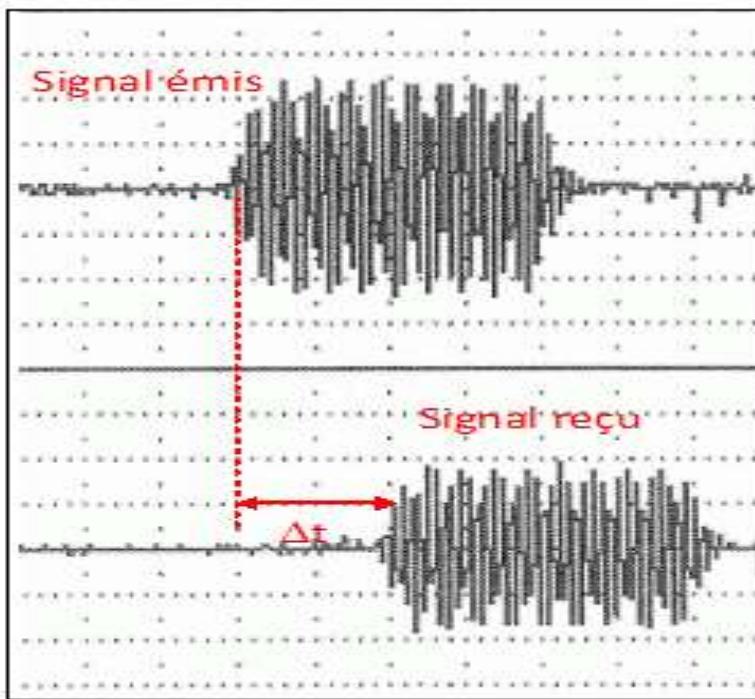
On donne :  $v_{son} = 340 \text{ m.s}^{-1}$

#### Exercice 3 :

Beaucoup d'animaux utilisent les ondes sonores ou ultrasonores pour communiquer entre eux, chasser leur proie ou se localiser. Pour illustrer quelques propriétés de telles ondes, on utilise des émetteurs et des récepteurs ultrasonores. Un émetteur et un récepteur d'ultrasons sont placés côté à côté face à une paroi réfléchissante. L'émetteur émet des ondes d'ultrasons. Les tensions de sortie de l'émetteur et du récepteur sont observées sur l'écran d'un oscilloscope et sont données ci-dessous. Balayage horizontal  $V_H = 1,0 \text{ ms/div}$ .

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

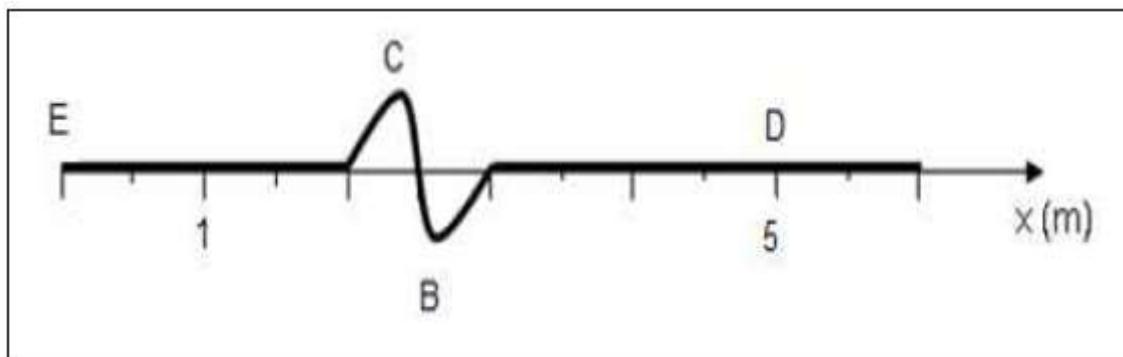
- 2- Déterminer le retard  $\tau$  entre l'émission et la réception.
- 3- Déterminer la distance  $d$  qui sépare l'émetteur et le récepteur de la paroi réfléchissante.



### Exercice 4 :

Au cours d'une manipulation de cours, un élève crée une perturbation qui se propage le long d'une corde élastique. La scène est filmée et un chronomètre est déclenché lorsque la perturbation quitte la main de l'élève repérée par le point S sur la corde.

A l'aide du logiciel qui permet d'analyser la vidéo obtenue on isole une image reproduite ci-dessous à l'instant  $t_1 = 3s$ .



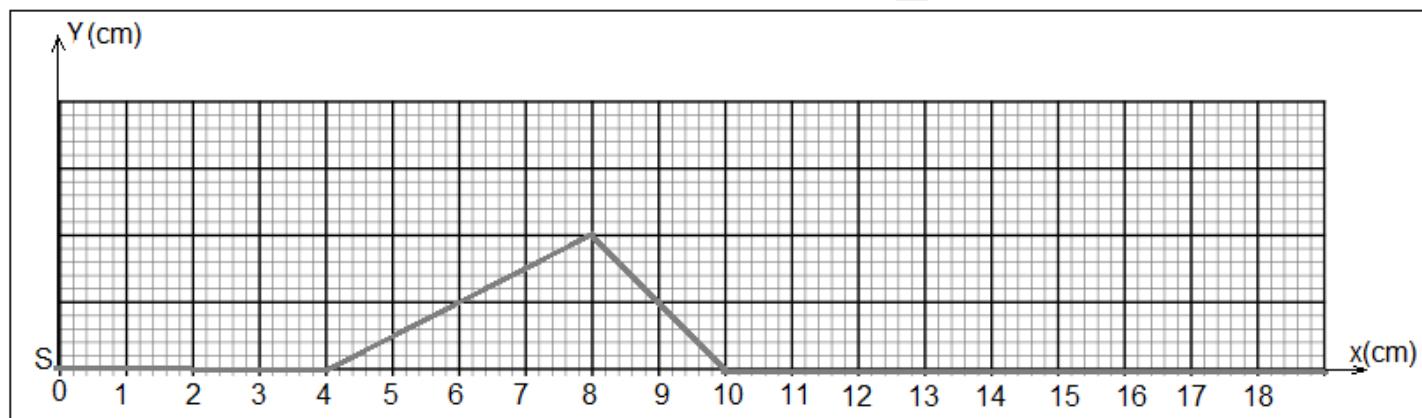
- 1- L'onde est-elle transversale ou longitudinale ? L'onde transporte-t-elle de la matière ?
- 2- Représentez par un point A sur la corde, le front d'onde.
- 3- Déterminer la célérité de l'onde le long de la corde.

- 4- Décrire le mouvement du point D ? Quelle est la durée de son mouvement ?
- 5- Où se trouvent les points A, B et C à la date  $t' = 4s$  ? Vous vous aidez d'un schéma pour répondre à la question.
- 6- Considérons l'extrémité de la corde située au point noté F à 6,0 m de l'élève. Avec quel retard  $\tau'$  par rapport au point E, le point F commence-t-il à bouger ? Quelle date F est au repos de nouveau ?

### **Exercice 5 :**

Un signal transversal se propage le long d'une corde élastique avec une vitesse de propagation  $v = 2m.s^{-1}$ .

L'aspect de la corde à l'instant  $t_1$  est représenté sur la courbe ci-contre.



- 1- Il s'agit d'un signal transversal ou longitudinal ? Justifier votre réponse.
  - 2- Déterminer, graphiquement, la longueur  $L$  du signal. Déduire sa durée  $\tau$ .
  - 3- Déterminer l'instant  $t_1$ .
  - 4- Représenter l'aspect de la corde à l'instant  $t_2 = 7 \cdot 10^{-2} s$ .
  - 5- Déterminer l'instant au bout duquel le signal quitte le point Q situé à 16cm de la source S.
  - 6- Représenter la variation de l'élongation  $Y_S$  de la source S en utilisant l'échelle :
- 1cm représente  $10^{-2} s$
- 1cm représente  $0,5 cm$

En déduire la représentation de l'élongation  $Y_M$  du point M se trouvant à la distance  $d = 8cm$  de la source S.

## Exercice 6 :

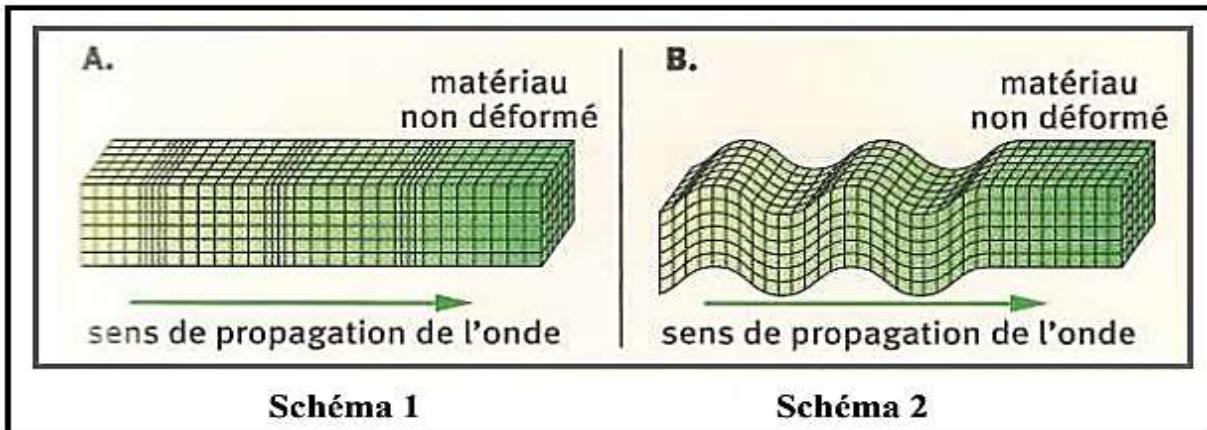
Lors d'un séisme, la terre est mise en mouvement par des ondes de différentes natures, qui occasionnent des secousses plus ou moins violentes et destructrices en surface.

On distingue :

- Les ondes P, les plus rapides, se propageant dans les solides et les liquides.
- Les ondes S, moins rapides, se propagent dans les solides.

L'enregistrement de ces ondes par des sismographes à la surface de la terre permet de déterminer l'épicentre du séisme (lieu de naissance de la perturbation).

Les schémas A et B modélisent la propagation des ondes sismiques dans une couche terrestre.



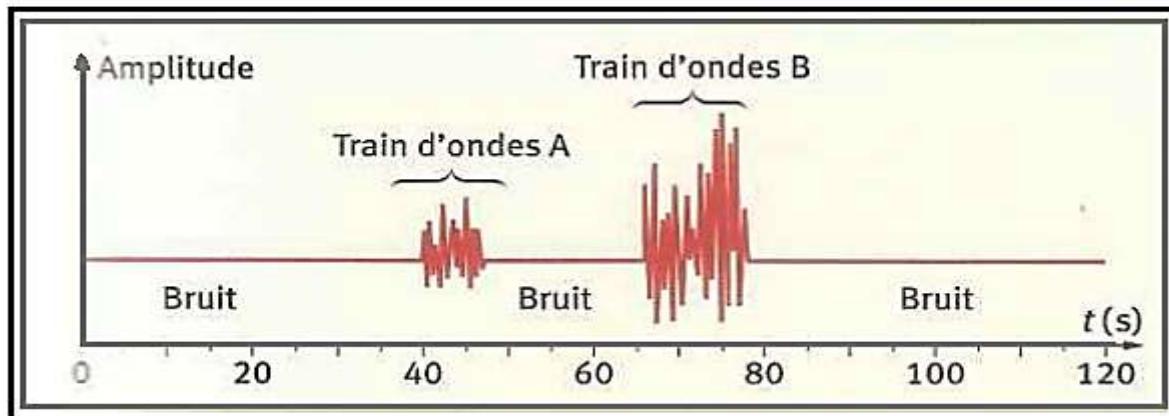
1- Les ondes P, appelés aussi ondes de compression, sont des ondes

Les ondes S, appelés aussi ondes de cisaillement, sont des ondes transversales.

1.1- Définir une onde transversale.

1.2- Indiquer le schéma correspondant à chaque type d'onde.

2- Un séisme s'est produit à San Francisco (Californie) en 1989. Le document ci-dessous présente le sismogramme obtenu lors de ce séisme à la station {Eurika} , station sismique située au nord de la Californie. L'origine des temps ( $t=0$ ) a été choisie à la date du début du séisme à San Francisco.



Le séisme présent deux trains d'ondes repérées par A et B.

- 2-1- A quel type d'onde (S ou P) correspond chaque train ?
- 2-2- Justifier la réponse à l'aide du texte de l'introduction.
- 2-3- Sachant que le début du séisme a été détecté à Eureka à 8h 15min 20s au Temps universel, Déterminer l'heure TU (h ; min ; s) à laquelle le séisme s'est déclenché à l'épicentre.
- 2-4- Sachant que les ondes P se propagent à une vitesse moyenne de  $10 \text{ km.s}^{-1}$ , calculer la distance séparant l'épicentre du séisme de la station Eureka.
- 2-5- En déduire la vitesse moyenne des ondes S.