série 1 : Ondes mécaniques progressives

Exercice n°1 :

Sur une canalisation en acier dans laquelle circule de l'eau, on provoque un choc à l'instant t_0.

Un capteur situé à une distance d détecte deux signaux sonores brefs séparés par une durée τ = 1,8 s , un à l'instant t_1 et l'autre à l'instant t_2.

1- A quoi correspond le premier signal reçu.

2- Exprimer la distance d en fonction de t_0 , t_1 et la célérité du son dans l'acier c_{acier}.

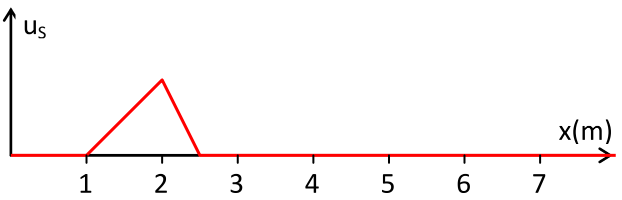
3- Exprimer la distance d en fonction de t_0 , t_2 et la célérité du son dans l'eau c_{eau}.

4- Déterminer la distance d.

Données : célérité du son dans l'acier : c_{acier} = 5,0 km.s^{-1} ; dans l'eau : c_{eau} = 1,5 km.s^{-1}

Exercice n°2 :

On a modélisé, à l'instant t_1 = 0,20 s, l'aspect d'une corde parcourue par une onde transversale de célérité c = 20 m.s^{-1}.



1- Quelles sont les abscisses des points correspondant au début et à la fin du signal ?

2- Quelle est l'étendue spatiale l de l'onde, c'est-à-dire la longueur de la corde affectée par l'onde ?

3- À quelle date l'onde va-t-elle arriver en un point M d'abscisse 5,0 m ? En déduire à quelle date la fin de l'onde va-t-elle arriver en M ?

4- Déterminer les abscisses du début et de la fin de l'onde 0,20 seconde plus tard.

5- Représenter l'aspect de la corde 0,20 seconde plus tard.

6- A l'instant choisi comme origine, le front d'onde se situe-t-il au point choisi comme origine ?

Exercice n°3 :

Les ondes émises par un séisme sont de trois types :

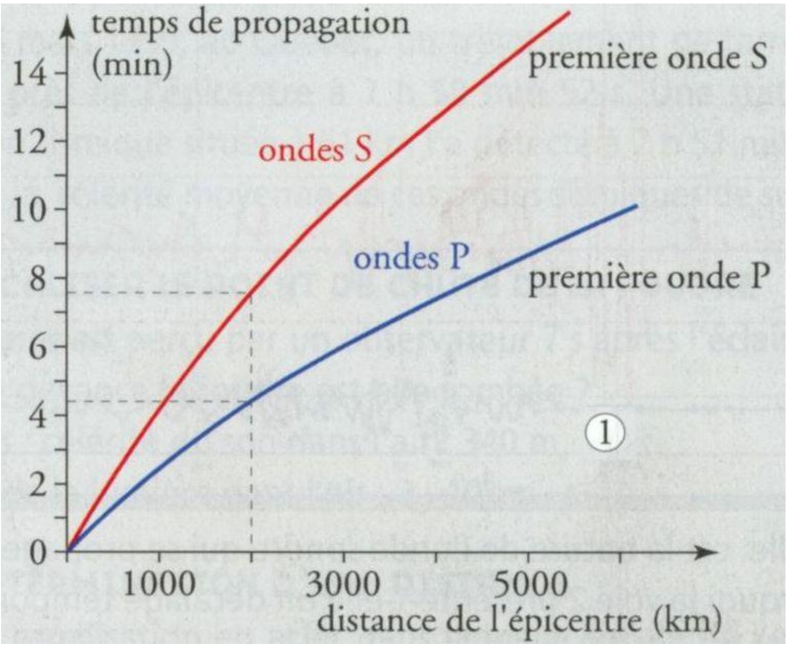
- les ondes P sont des vibrations longitudinales de compression ; ce sont les plus rapides, leur vitesse de propagation atteignant 3,5 à 14 km.s^{-1}, suivant la nature des roches et la profondeur de propagation ;

- les ondes S sont des ondes transversales de cisaillement, perpendiculaires à la direction de propagation ; elles sont moins rapides que les ondes P (la valeur de la vitesse des ondes P est environ 1,7 fois celle des ondes S) ;

- les ondes L sont des ondes superficielles ; elles sont plus lentes encore que les ondes S.

Les ondes sismiques sont enregistrées en plusieurs points du globe par des sismographes. En un lieu donné, il y a, sur l'enregistrement sismographique, un décalage entre le début d'enregistrement des deux types d'ondes P et S.

Les vitesses de propagation de ces deux types d'ondes dans la croûte terrestre sont connues et on possède des courbes étalonnées, comme ci-dessous (doc. 1).

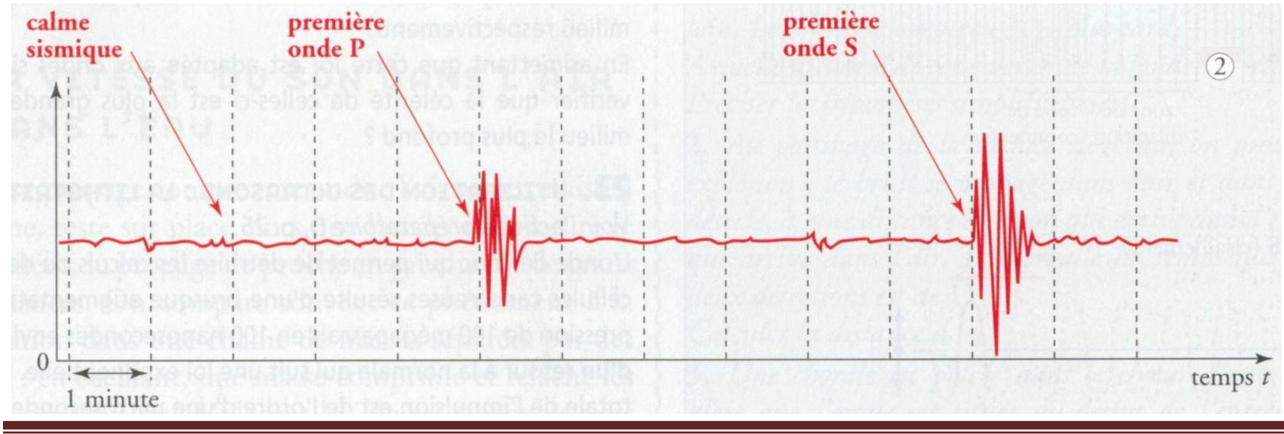


1. En examinant le document précédent, dire si les vitesses des ondes S ou P sont constantes.

Si elles ne sont pas constantes, dire pourquoi ?

2. Calculer la vitesse moyenne des ondes S et P lors d'un parcours de 2000 km.

3. Lors d'un séisme, on a détecté le signal ci-dessous (doc. 2).



a. Quelle est l'onde détectée en premier ?

b. Quel est l'intervalle de temps séparant les débuts des détections des deux ondes ?

c. A l'aide du document 1, déterminer la distance à l'épicentre.

EXERCICE 1 :

1- Le premier signal reçu correspondant au son qui s'est propagé dans l'acier car la célérité du son y est supérieure à celle dans l'eau.

2- Le signal qui se propage dans l'acier à la vitesse c_{acier} parcourt la distance d dans une durée t_1-t_0. :

$d = c_{acier} \cdot (t_1 - t_0)$

3- Le signal qui se propage dans l'eau à la vitesse c_{eau} parcourt la même distance d dans une durée t_2-t_0 : $d = c_{eau} \cdot (t_2 - t_0)$

4- la donnée τ est évidemment liée aux instants t_1 et t_2 par la relation : $\tau = t_2 - t_1$

les relations écrites deviennent des équations qu'il faut résoudre :

$$\begin{cases} d = c_{acier}.(t_1 - t_0) \\ d = c_{eau}.(t_2 - t_0) \\ \tau = t_2 - t_1 \end{cases}$$

Des deux premières relations on peut faire apparaître explicitement la donnée τ :

$$\frac{d}{c_{eau}} - \frac{d}{c_{acier}} = (t_2 - t_0) - (t_1 - t_0) = (t_2 - t_1) = \tau$$

On en déduit :

$$\boxed{d = \frac{\tau}{\frac{1}{c_{eau}} - \frac{1}{c_{acier}}}}$$

l'application numérique (A.N.) : $d = \frac{1,8}{\frac{1}{1,5} - \frac{1}{5}}$ on a arrondi le résultat avec deux chiffres significatifs seulement car les données sont fournies : d = 3,9 Km