

**Exercice 1****Propagation d'une vague**

Une webcam filme à 25 images par seconde une vague à la surface de l'eau. On obtient le tableau suivant.

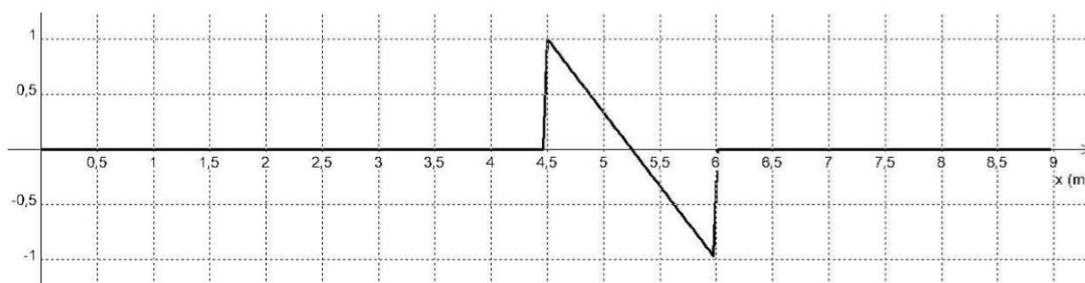
image	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$r$ (mm)	12	23	36	47	61	72	85	96	107	121

$r$  est la distance séparant l'origine de la perturbation circulaire de sa position sur une image donnée.

- Déterminer les dates  $t$  des pointages, en millisecondes.
- Tracer  $r$  en fonction de  $t$  et déterminer la célérité de l'onde. A-t-elle été créée au début de la vidéo ?
- La vitesse de propagation est proportionnelle à la racine carrée de la profondeur de l'eau.
  - Tracer, sur le graphe de la question 2., l'allure de la courbe qui serait obtenue avec une profondeur d'eau inférieure.
  - Un tsunami en haute mer se propage-t-il plus vite ou moins vite que lors de son arrivée sur les côtes ?

**Exercice 2**

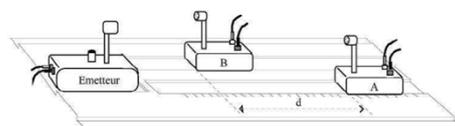
Une perturbation se propage le long d'une corde élastique à la célérité  $v = 3,0 \text{ m.s}^{-1}$ . Le graphique ci-dessous représente l'aspect de la corde à la date  $t$ .



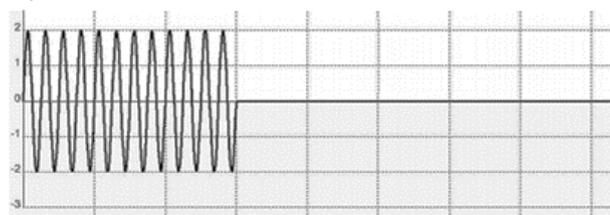
- Tracer l'aspect de la corde à la date  $t_1 = t + 0,50 \text{ s}$  et à la date  $t_2 = t - 1,50 \text{ s}$ .
- Pendant quelle durée un point de la corde est-il affecté par le passage de la perturbation ?
- Tracer le mouvement de la source S en fonction du temps  $t$ .

**Exercice 3**

Un émetteur produit dans l'air des ultrasons par salves. Face à lui sont placés deux récepteurs distants de la distance  $d = 17,1 \text{ cm}$  l'un de l'autre. Les salves ultrasonores reçues par ces récepteurs sont transformées en signaux électriques visualisés par un oscilloscope.



La base de temps des deux voies de l'oscilloscope est de  $0,10 \text{ ms/div}$ . Les oscillogrammes sont ceux des tensions produites par les deux récepteurs après réception d'une salve ultrasonore émise par l'émetteur.

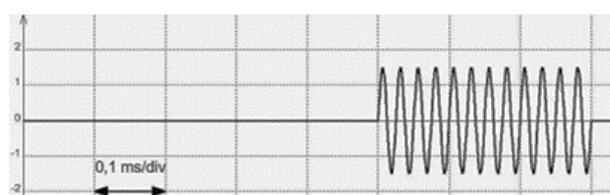


1. Quel est le retard  $\tau$  du récepteur 2 par rapport au récepteur 1 ?

2. Calculer la célérité  $v$ , en  $\text{m.s}^{-1}$ , des ultrasons dans l'air.

3. Si on avait sélectionné le calibre de  $0,5 \text{ ms/div}$ , quel serait le décalage (exprimé en divisions) entre les deux oscillogrammes ?

4. Si la distance séparant les deux récepteurs était  $d' = 9,0 \text{ cm}$ , de combien de divisions seraient décalés les deux oscillogrammes ? La base de temps reste à  $0,10 \text{ ms/div}$ .



5. A l'aide des oscillogrammes, déterminer la période  $T$  puis la fréquence  $f$  des ondes ultrasonores émises.

## Exercice 4

### Relief du fond marin avec un sondeur

#### II. Célérité des ondes ultrasonores dans l'eau

La célérité des ultrasons dans l'air  $v_{\text{air}} = 340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  est plus faible que la célérité des ultrasons dans l'eau de mer  $v_{\text{mer}}$ . Un émetteur produit simultanément des salves d'ondes ultrasonores dans un tube rempli d'eau de mer et dans l'air (Fig. 1). À une distance  $d$  de l'émetteur sont placés deux récepteurs, l'un dans l'air et l'autre dans l'eau de mer. Le récepteur A est relié à l'entrée A du système d'acquisition d'un ordinateur et le récepteur B à l'entrée B. L'acquisition commence lorsqu'un signal est reçu sur l'entrée B.

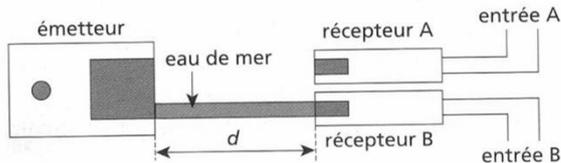


Fig. 1

- Pourquoi est-il nécessaire de déclencher l'acquisition lorsqu'un signal est reçu sur l'entrée B ?
- Exprimer le retard  $\tau$  entre les réceptions des ultrasons en fonction de  $t_{\text{air}}$  et  $t_{\text{mer}}$  durées que mettent les ultrasons pour parcourir  $d$  dans l'air et dans l'eau de mer.
- On détermine  $\tau$  pour différentes distances  $d$  entre l'émetteur et les récepteurs. On traite les données avec un tableur et on obtient le graphe  $\tau = f(d)$  ci-dessous (Fig. 2).

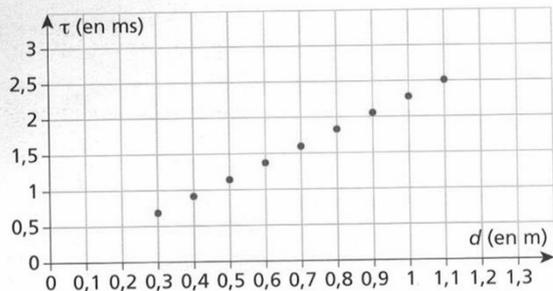


Fig. 2

- Exprimer  $\tau$  en fonction de  $d$ ,  $v_{\text{air}}$ ,  $v_{\text{mer}}$ .
- Justifier l'allure de la courbe obtenue.
- Déterminer le coefficient directeur de la droite  $\tau = f(d)$ . En déduire la valeur de  $v_{\text{mer}}$ .

#### III. Détermination du relief des fonds marins

Dans cette partie on prendra  $v_{\text{mer}} = 1,50 \cdot 10^3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

Un sondeur acoustique classique est composé d'une sonde comportant un émetteur et un récepteur d'onde ultrasonore de fréquence  $f = 200 \text{ kHz}$ . La sonde envoie des salves d'ultrasons verticalement en direction du fond à des intervalles de temps réguliers. Quand elle rencontre un obstacle, une partie de l'onde est réfléchiée et renvoyée vers la source. La détermination du retard entre l'émission et la réception du signal permet de calculer la profondeur  $p$ . Un bateau se déplace en ligne droite suivant un axe  $x'x$  en explorant le fond depuis le point A ( $x_A = 0 \text{ m}$ ) jusqu'au point B ( $x_B = 50 \text{ m}$ ) (Fig. 3).

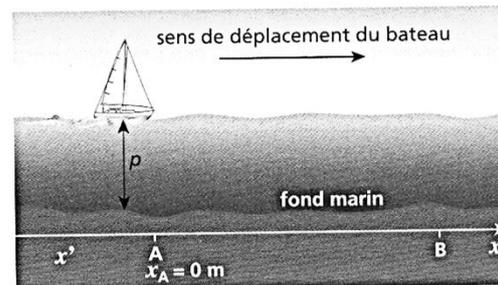


Fig. 3

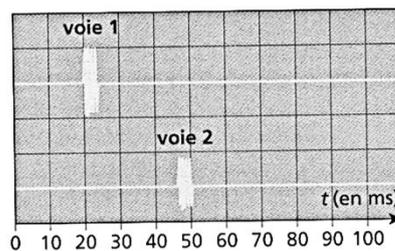


Fig. 4

Le sondeur émet des salves d'ultrasons à intervalles de temps égaux. On mesure à l'aide d'un système d'acquisition la durée  $\tau$  séparant l'émission de la salve de la réception de son écho.

- L'oscillogramme de la figure 4 montre l'écran du système d'acquisition lorsque le bateau se trouve en A. L'une des voies représente le signal émis, l'autre le signal reçu.

La figure 5 représente  $\tau = f(x)$ .

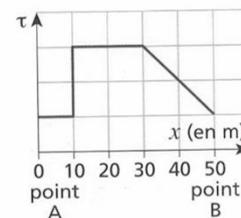


Fig. 5

- Identifier les signaux observés sur la figure 4. Justifier.
  - Déterminer la durée  $\tau$  entre l'émission de la salve et la réception de son écho.
  - En déduire la graduation de l'axe des ordonnées de la figure 5.
- Déterminer la relation permettant de calculer la profondeur  $p$  en fonction de  $\tau$  et  $v_{\text{mer}}$ .
  - Tracer l'allure du fond marin exploré en précisant la profondeur  $p$  en mètres en fonction de la position  $x$  du bateau.
  - Le sondeur envoie des salves d'ultrasons à intervalles de temps réguliers  $T$ . Pour une bonne réception, le signal émis et son écho ne doivent pas se chevaucher. Le sondeur est utilisable jusqu'à une profondeur de 360 m. Déterminer la période minimale  $T_m$  permettant ce fonctionnement.

Corrections disponibles sur <http://mgendrephyschim.free.fr>