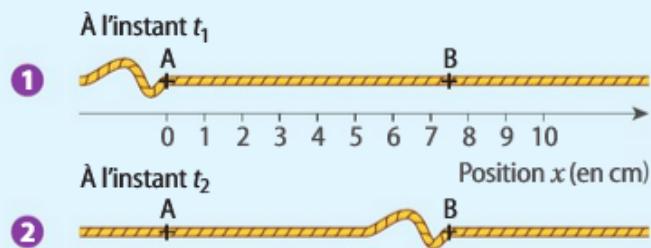


# Exercices : ondes mécaniques

## 23 Onde progressive le long d'une corde

On étudie le mouvement d'une corde soumise au passage d'une perturbation. L'état de la corde est représenté à deux instants différents sur les schémas ci-contre. Le chronomètre est déclenché à l'instant où le manipulateur crée la perturbation. Le premier schéma correspond à  $t_1 = 0,14$  s et le second à  $t_2 = 0,41$  s. Deux points A et B ont été repérés sur la corde.

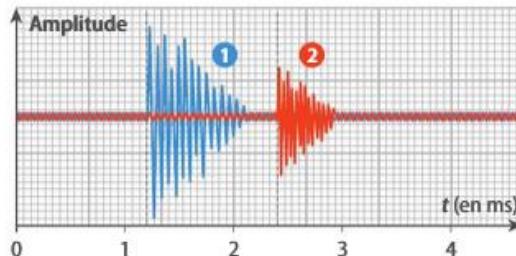
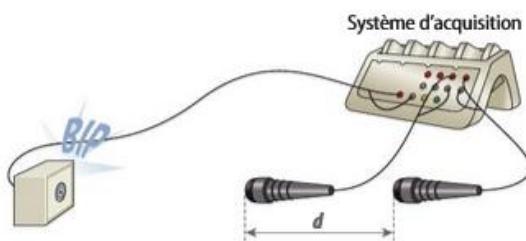


- Déterminer la valeur du retard  $\tau_{AB}$  de passage de la perturbation en B par rapport au passage en A.
- Déterminer la distance séparant A et B et en déduire la célérité  $v$  de l'onde sur la corde, en  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ .
- Déterminer à quelle distance du point A se trouve la source de la perturbation.

### À votre tour

- 24** On enregistre le son émis par bip électronique à l'aide de deux microphones séparés d'une distance  $d$ . L'enregistrement du signal est déclenché par l'émission du bip relié au système d'acquisition.

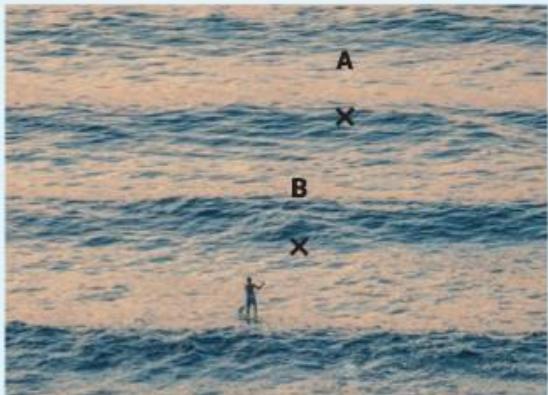
Donnée  
• Célérité du son dans l'air :  $v = 340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$



- Déterminer le retard de l'onde sonore entre les deux micros.
- En déduire la distance  $d$  séparant les deux micros.
- Déduire du graphe la distance entre le bip et le premier micro.

## 25 Ondes périodiques

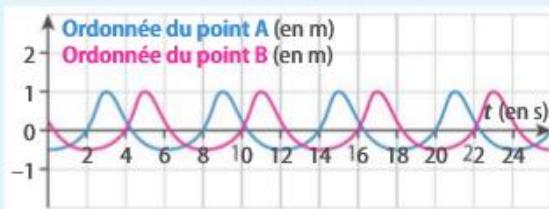
Des vagues se propagent à la surface de l'eau en direction d'un surfeur, qui observe deux points A et B de la surface, alignés avec la direction de propagation des vagues et distants de  $d = 20 \text{ m}$  l'un de l'autre (doc. 1). Le doc. 2 représente les enregistrements des mouvements verticaux de ces deux points en fonction du temps.



Doc. 1 Les vagues à la surface de l'eau.

- Justifier à l'aide du doc. 2 que le phénomène observé est périodique et déterminer sa période  $T$ . En déduire sa fréquence  $f$ . Est-il sinusoïdal ?
- Déterminer sur le doc. 2 les différentes valeurs possibles du retard  $\tau$  entre le passage d'une vague en A et son passage en B. D'après le doc. 1, quelle valeur est la bonne ?
- Un observateur mesure le retard  $\tau = 8,0 \text{ s}$ . En déduire la célérité  $v$  des vagues, puis leur longueur d'onde  $\lambda$ .
- Le surfeur du doc. 1 est situé à 12 m du point B dans la direction de propagation de la houle.

S'il reste immobile, se trouvera-t-il au sommet d'une vague 23 s après la prise de la photo ?



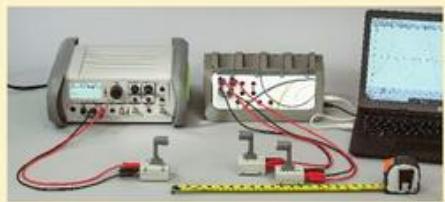
Doc. 2 Mouvements verticaux de A et B.

## 26 Étude d'un signal ultrasonore sinusoïdal

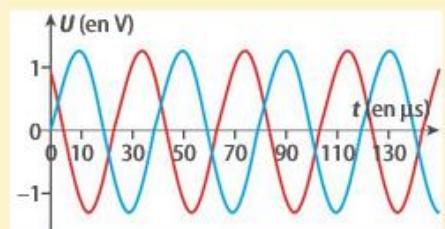
À l'aide d'un système ExAO, on étudie une onde ultrasonore produite par un émetteur relié à un générateur. Deux récepteurs  $R_1$  et  $R_2$  alignés avec l'émetteur permettent l'enregistrement des signaux donnés sur le doc. 2.

Donnée • Célérité du son dans l'air :  $v = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

- À quel type d'onde périodique appartiennent ces ultrasons ? Déterminer graphiquement la période, puis la fréquence de cette onde.
- On positionne  $R_2$  pour obtenir deux signaux en phase. On repère la position de  $R_2$ , puis on l'éloigne alors de  $R_1$  de sorte que les signaux soient de nouveau en phase, dix fois de suite. La distance parcourue par  $R_2$  est alors  $d = 14 \text{ cm}$ . En déduire la longueur d'onde  $\lambda$  du signal.
- Les valeurs trouvées pour la fréquence et la longueur d'onde sont-elles cohérentes ?

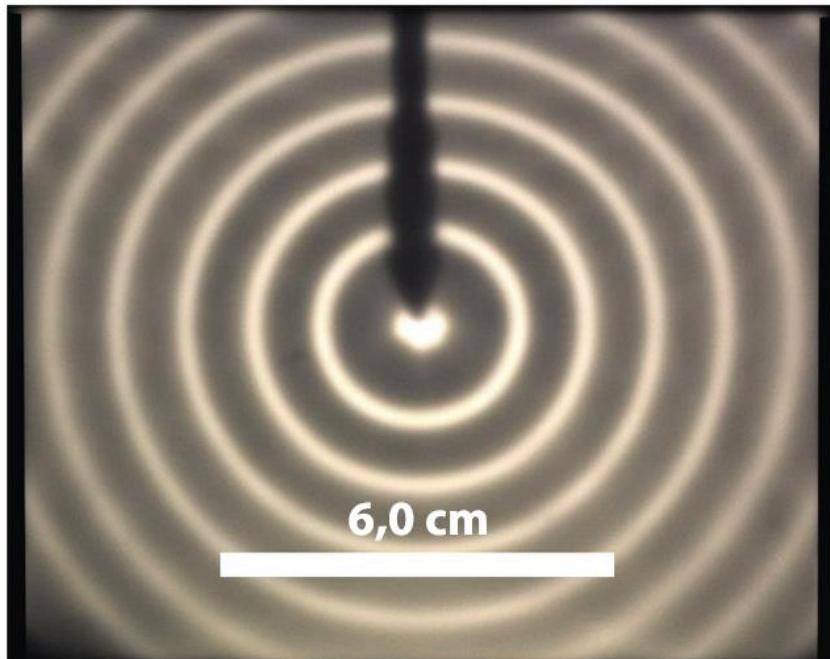


Doc. 1 Montage ExAO.



Doc. 2 Signaux reçus par  $R_1$  et  $R_2$ .

**36** La photo ci-dessous représente la surface d'une cuve à ondes à un instant donné. La fréquence d'excitation est  $f = 20 \text{ Hz}$ .

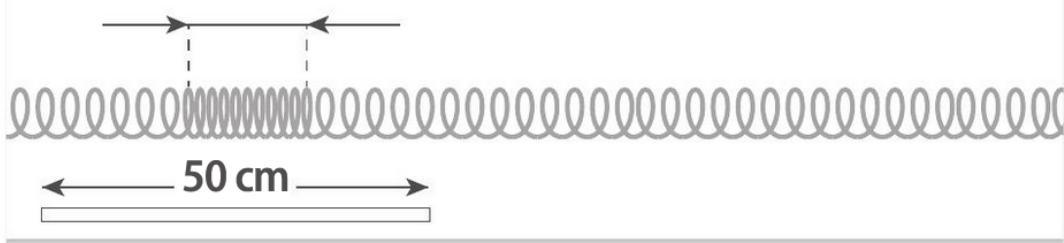


- Déterminer la longueur d'onde, puis la célérité de l'onde.
- On double  $f$ . La longueur d'onde mesurée est à présent  $\lambda' = 6,8 \text{ cm}$ . La célérité des ondes a-t-elle changé ?

38

## Ondes le long d'un ressort

Zone de compression



Deux photos de la propagation d'une onde mécanique le long d'un ressort ont été prises à 0,50 s d'écart.

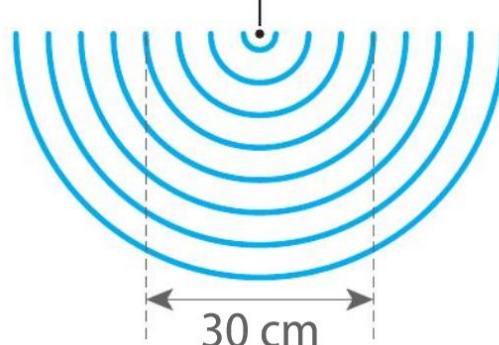
- Justifier que cette onde est bien une onde mécanique progressive.
- Déterminer la célérité de cette onde.

## 47 Des ronds dans l'eau

Un robinet laisse tomber périodiquement des gouttes d'eau dans l'évier plein d'eau. Les gouttes créent une onde progressive périodique circulaire. Sur une durée  $\Delta t = 10$  s, il chute 21 gouttes.

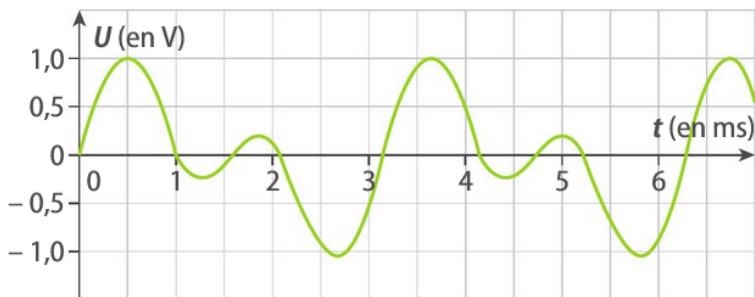
- Déterminer la période  $T$ , puis la fréquence  $f$  de cette onde.
- La figure ci-contre schématise les crêtes de l'onde générée. En déduire la longueur d'onde  $\lambda$ , puis la célérité  $v$  de cette onde.

Point de chute des gouttes



## 49 Onde sonore

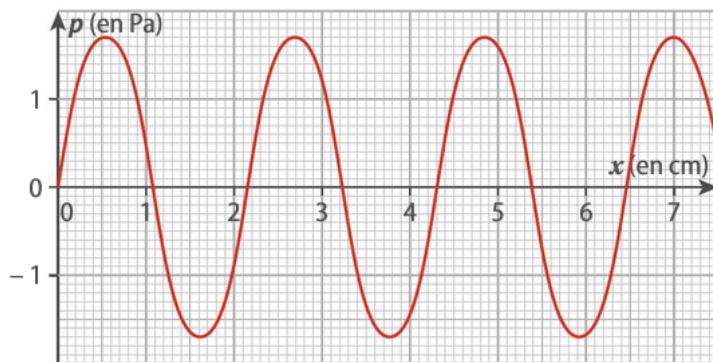
Un son joué par un saxophone est capté par un microphone et enregistré.  
Sa représentation temporelle est donnée ci-dessous.



- Mesurer la période du signal. En déduire sa fréquence et sa longueur d'onde.
- Si la fréquence est divisée par deux, lesquelles de ces grandeurs sont modifiées : la période  $T$  ? la longueur d'onde  $\lambda$  ? la célérité  $v$  ?  
Donner les nouvelles valeurs des grandeurs modifiées.
- Représenter l'allure de la tension aux bornes d'un microphone situé à une demi-longueur d'onde de ce premier microphone.

## 50 Une onde acoustique

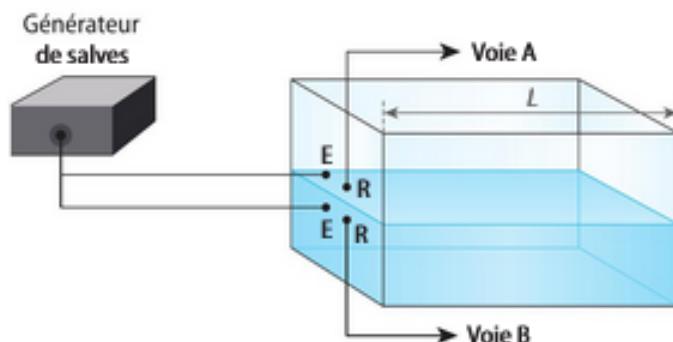
Le graphique suivant montre la surpression acoustique  $p$  dans un milieu au passage d'une onde, en fonction de la position  $x$  dans le milieu, à une date  $t_0$ .



- Attribuer certains des mots suivants à l'onde : *progressive, mécanique, électromagnétique, sinusoïdale, périodique*.
- Quelles grandeurs parmi les suivantes peut-on déterminer sur ce graphique : *amplitude, célérité, période, fréquence, longueur d'onde* ?
- L'onde voyage dans l'air.  
Déterminer sa longueur d'onde  $\lambda$ , sa période  $T$  et sa fréquence  $f$ .
- À quelles abscisses se situent les points en phase avec le point situé à l'abscisse  $x = 2,0$  cm ?
- Représenter l'allure qu'aurait la même représentation spatiale 194  $\mu$ s après  $t_0$ .
- La source qui a créé cette onde envoie à présent une onde identique dans l'eau.  
Quelles caractéristiques sont modifiées ?

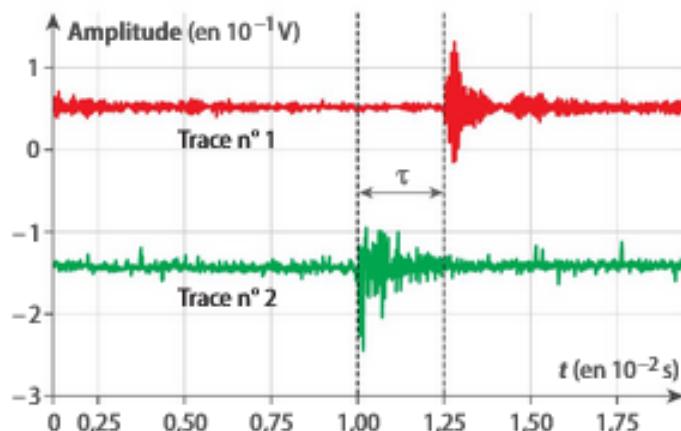
### 53 Célérité du son dans l'eau

Des émetteurs et récepteurs ultrasonores sont disposés sur les parois d'un aquarium pour déterminer la célérité du son dans l'eau. Les ondes émises par un émetteur se propagent de manière rectiligne, se réfléchissent sur la paroi opposée de l'aquarium de longueur  $L = 55 \text{ cm}$  et sont détectées par le récepteur. Le récepteur de la voie A est dans l'air, celui de la voie B dans l'eau.



**1.** Exprimer la distance parcourue par les ultrasons en fonction de  $L$ .

**2.** L'enregistrement obtenu est donné :



**a.** Que représente  $\tau$ ? Le déterminer graphiquement.

**b.** Sachant que les ultrasons se propagent plus vite dans l'eau que dans l'air, indiquer si la trace n° 2 correspond à la voie A ou B.

**3. a.** On note  $t_{\text{air}}$  la durée mise par les ultrasons pour aller de l'émetteur au récepteur. Écrire la relation entre  $L$ ,  $t_{\text{air}}$  et  $v_{\text{air}}$ .

**b.** Écrire de même la relation entre  $t_{\text{eau}}$ , durée propagation des ultrasons dans l'eau,  $L$  et  $v_{\text{eau}}$ , célérité du son dans l'eau.

**c.** Écrire la relation entre  $\tau$ ,  $t_{\text{air}}$  et  $t_{\text{eau}}$

**d.** En déduire la valeur de  $v_{\text{eau}}$

**4.** Faire la liste des paramètres ayant une influence sur la précision de la mesure de  $v_{\text{eau}}$  et proposer des améliorations au protocole permettant de réduire l'incertitude de mesure.

**5.** On remplace l'eau de l'aquarium par du glycérol. La célérité des ondes dans le glycérol, dans les mêmes conditions, est  $v_g = 1\ 915 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

**a.** Indiquer sans calcul si la durée  $\tau$  mesurée est plus grande ou plus petite qu'avec l'eau.

**b.** Déterminer sa valeur.