

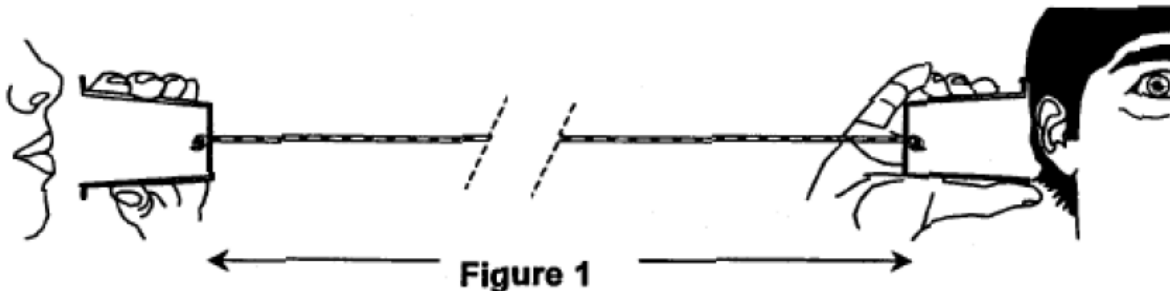
Les exercices peuvent être traités dans n'importe quel ordre, par contre les questions d'un même exercice doivent être rédigées dans l'ordre.

L'évaluation tiendra compte de la qualité de la rédaction, de la présentation et de la rigueur. Toute réponse doit être justifiée de manière claire et explicite.

**EXERCICE 1 : (10pts)**

À l'ère du téléphone portable, il est encore possible de communiquer avec un système bien plus archaïque constitué de deux pots de yaourt et d'un fil :

L'onde sonore produite par le premier interlocuteur fait vibrer le fond du pot de yaourt, le mouvement de va et vient de celui-ci, imperceptible à l'œil, crée une perturbation qui se propage le long du fil. Cette perturbation fait vibrer le fond du second pot de yaourt et l'énergie véhiculée par le fil peut être ainsi restituée sous la forme d'une onde sonore perceptible par un second protagoniste. Donnée : célérité du son dans l'air à 25°C  $v_{\text{air}} = 340 \text{ m.s}^{-1}$ .



1. Complétez la chaîne des milieux de propagation successifs dans lesquels les ondes mécaniques se propagent au sein du dispositif : de la bouche de la personne qui parle, à l'oreille de la personne qui écoute (figure 1).  
bouche / ... / etc... / ... / tympan de l'oreille
2. A 25°C, on réalise le montage suivant (figure 4), afin de mesurer la célérité des ondes sur le fil du dispositif. Deux capteurs, reliés en deux points A et B, sont distants de  $D = 20 \text{ m}$  sur le fil. Le pot de yaourt émetteur est noté E.

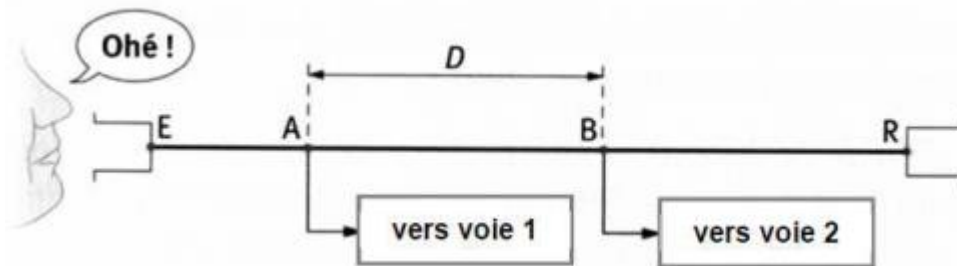


figure 4

Les capteurs enregistrent l'amplitude de cette perturbation au cours du temps. On obtient l'enregistrement suivant (figure 5) :

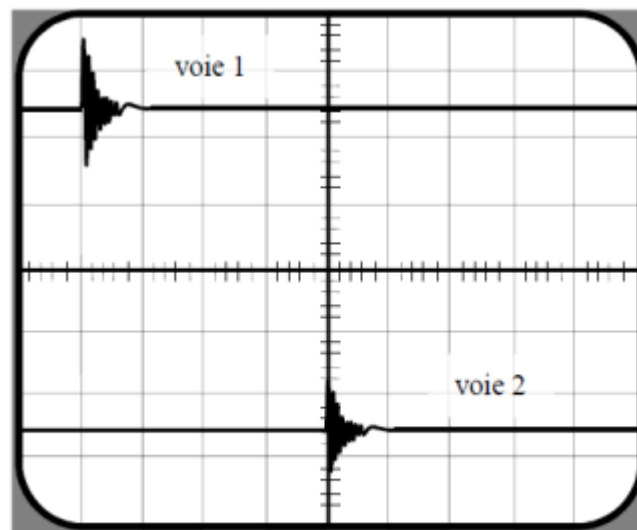


figure 5      5ms/div

Déterminez la célérité  $v$  de l'onde sur ce fil.

3. Comparez cette valeur à celle de la célérité du son dans l'air à 25°C. Quelle propriété justifie ce résultat ?

4. Le fil ER de longueur  $L = 50$  m est assimilé à un ressort de constante de raideur  $k = 20 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-2}$  et de masse linéique  $\mu = 1,0\cdot 10^{-3} \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}$ .

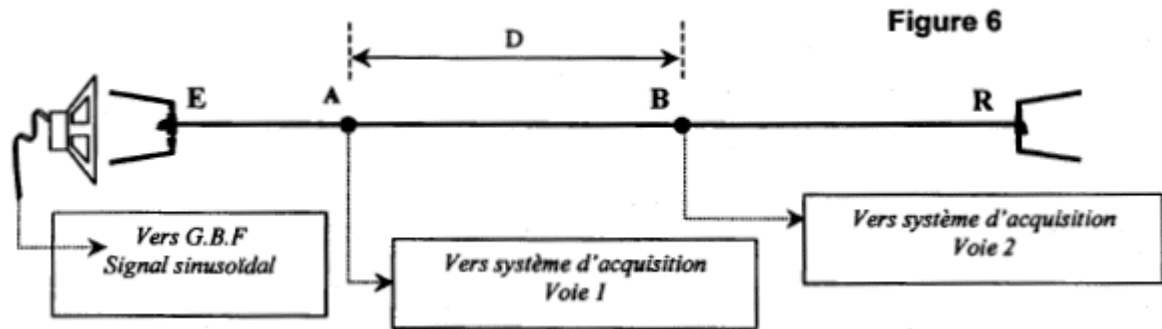
Dans le cas d'un fil, le produit  $k\cdot L$  est une constante caractéristique du milieu de propagation.

Un modèle simple de la célérité  $v$  d'une onde de ce type dans ce fil correspond à l'expression suivante :

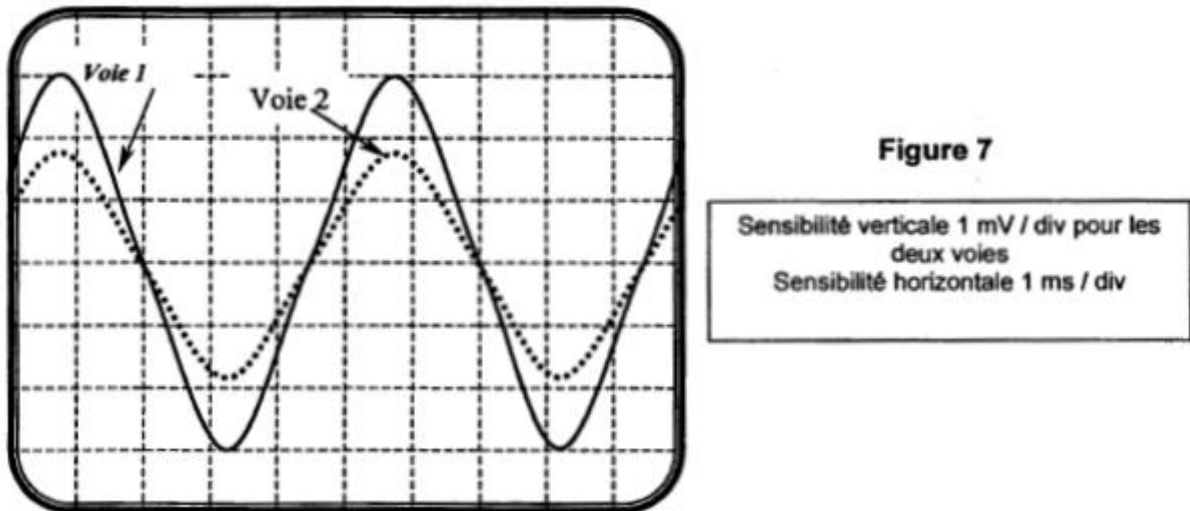
$$v = \sqrt{\frac{K \cdot L}{\mu}}$$

Calculez la célérité de l'onde sur le fil ER. Commentez votre résultat.

5. Une autre méthode, permettant de déterminer la célérité  $v$  de l'onde se propageant dans le fil, consiste à placer, devant le pot de yaourt émetteur, un haut parleur (figure 6) qui émet des ondes sonores sinusoïdales de fréquence  $f_E$ . Les ondes sinusoïdales qui se propagent dans le fil ont la même fréquence.



Lorsque la distance  $D$  est égale à 20,0 m, on obtient l'enregistrement de la figure 7 :



À partir de l'enregistrement de la figure 7, déterminez la fréquence de l'onde qui se propage dans le fil.

5. Lorsque l'on éloigne le point B, du point A, on constate que les signaux se retrouvent dans la même configuration pour les valeurs de la distance :  $D = 25,0$  m,  $D = 30,0$  m,  $D = 35,0$  m ...

En déduire la valeur de la longueur d'onde  $\lambda$  associée à l'onde qui se propage dans le fil, puis la célérité  $v$  de cette onde. Commentez votre résultat.

6. Quelle différence fondamentale existe-t-il concernant la propagation des ondes du téléphone portable ?