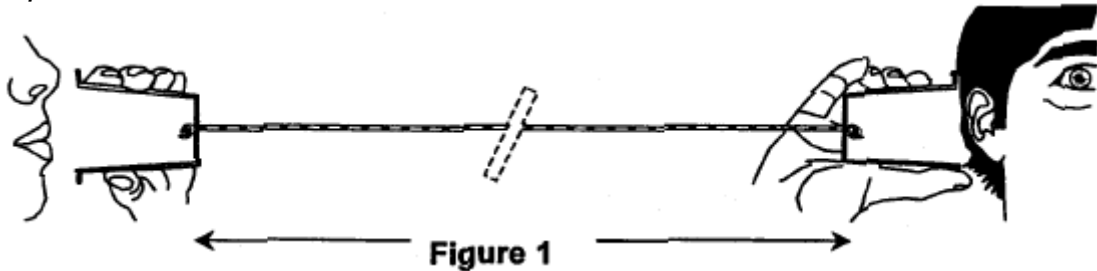


A l'ère du téléphone portable, il est encore possible de communiquer avec un système bien plus archaïque...



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.

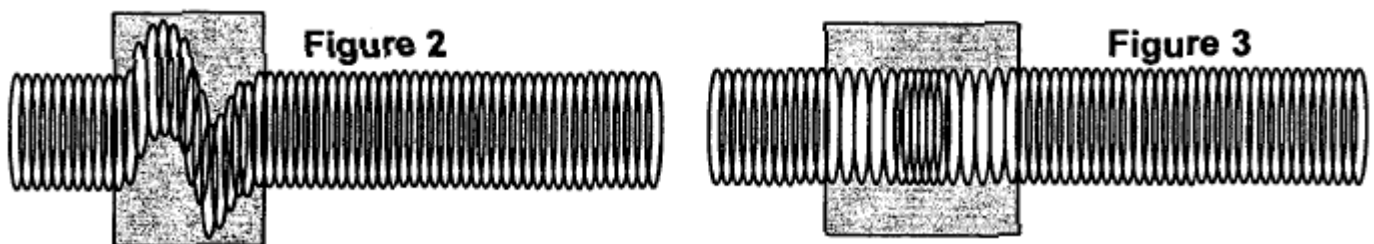
**Données:** célérité du son dans l'air à 25°C  $v_{\text{air}} = 340 \text{ m.s}^{-1}$

### A – A PROPOS DES ONDES

1. Identifier la chaîne des différents milieux de propagation des ondes mécaniques au sein du dispositif: de la bouche de la personne qui parle, à l'oreille de la personne qui écoute (figure1).

Ce fil légèrement élastique peut être modélisé par un ressort à spires non jointives.

Les schémas suivants illustrent les conséquences de deux modes de déformation d'un ressort: l'écartement d'une extrémité du ressort selon une direction perpendiculaire à l'axe de celui-ci produit une onde de cisaillement (figure 2), alors qu'une déformation selon l'axe du ressort produit une onde de compression (figure 3).



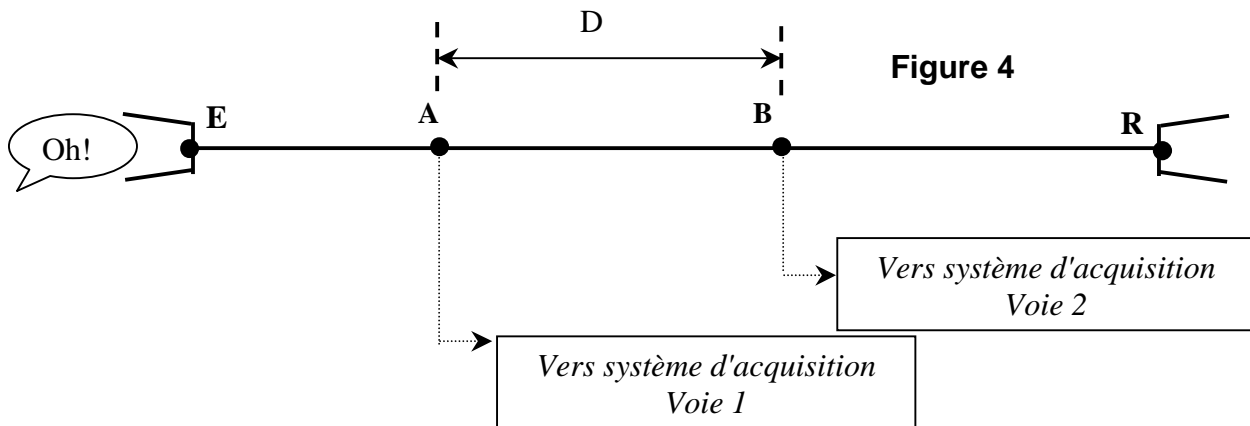
2. Attribuer, à chacune des situations représentées sur les figures 2 et 3, les termes d'onde longitudinale et d'onde transversale. Justifier votre réponse.

Seul le second mode de déformation (figure 3) correspond au phénomène observé sur le fil du dispositif étudié par la suite.

## B – CELERITE DE L'ONDE QUI SE PROPAGE LE LONG DU FIL

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 distants de  $D = 20$  m sur le fil, du pot de yaourt émetteur E.

Les capteurs enregistrent l'amplitude de cette perturbation au cours du temps.



1. A partir de l'enregistrement (figure 5), déterminer avec quel retard  $\tau$ , par rapport au point A, le point B est atteint par le signal.

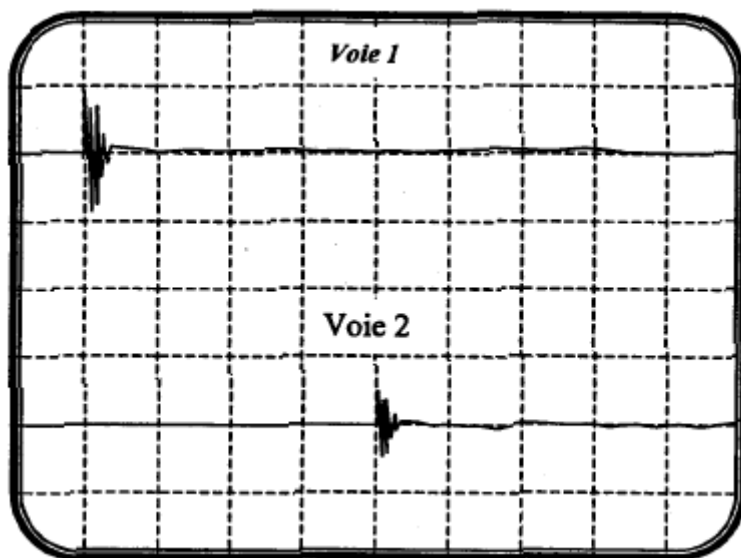


Figure 5

Sensibilité verticale 1 mV / div  
Sensibilité horizontale 5 ms / div

2. Donner l'expression de la célérité  $v$  de l'onde sur ce fil en fonction de  $D$  et  $\tau$ .  
Calculer sa valeur.  
Comparer cette valeur à celle de la célérité du son dans l'air à 25°C. Quelle propriété justifie ce résultat?

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.

3. Un modèle simple de la célérité  $v$  d'une onde de ce type dans ce fil correspond à l'une des expressions suivantes:

$$(1) \quad v = \sqrt{\frac{\mu}{k.L}} \qquad (2) \quad v = \sqrt{\frac{k.L}{\mu}} \qquad (3) \quad v = \frac{k.L}{\mu}$$

Retrouver la bonne expression parmi celle proposées en effectuant une analyse dimensionnelle.

4. Calculer la célérité de l'onde sur le fil ER.