

## A. Mesure de la vitesse des ondes sonores

### 1. Protocole :

- ① Placer l'émetteur et le récepteur l'un en face de l'autre à une distance  $d$  connue, fixe et non nulle.
- ② Mesurer ensuite la durée entre le début de l'émission de la salve par l'émetteur et le début de la réception par le récepteur.
- ③ Calculer la vitesse du son en utilisant la formule :  $v = d / \Delta t$

### 2. Résultat des mesures :

$$d = 34,0\text{cm}$$

$$\Delta t = 1,00\text{ms}$$

### 3. Vitesse du son :

$$v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{0,340}{1,00 \cdot 10^{-3}} = 340\text{m.s}^{-1}$$

Incertitude sur  $d$  estimée à 1cm (erreur de pointé, position exacte du capteur piézoélectrique estimée, erreur de lecture).

$$\Delta v = 340 \times \sqrt{\left(\frac{1 \cdot 10^{-2}}{34 \cdot 10^{-2}}\right)^2 + \left(\frac{0,08 \cdot 10^{-3}}{1,00 \cdot 10^{-3}}\right)^2} = 29\text{m.s}^{-1} \text{ arrondie par excès à } 30\text{m.s}^{-1}$$

$$v = (34 \pm 3) \cdot 10\text{m.s}^{-1}$$

Pour améliorer la précision de la mesure, il faudrait augmenter la distance  $d$  pour réduire les incertitudes relatives  $u(d)/d$  et  $u(\Delta t)/\Delta t$  qui interviennent dans le calcul de  $u(v)$ .

## B. Principe de l'écholocation

### 1. Schéma du montage $\Rightarrow$

### 2.

$$v = \frac{\text{distance parcourue}}{\text{durée}} = \frac{2 \cdot d}{\Delta t} \Leftrightarrow d = \frac{v \cdot \Delta t}{2}$$

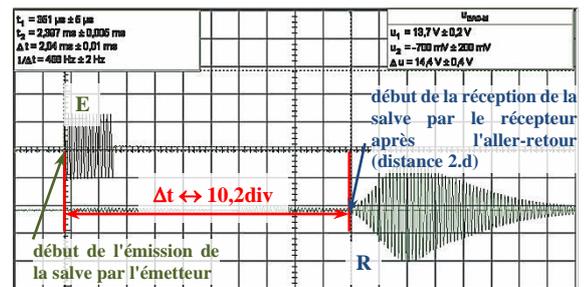
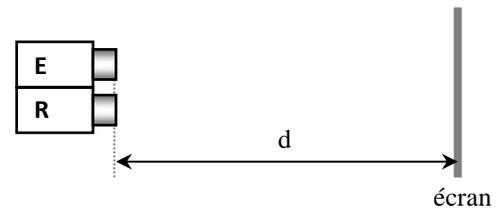
Mise en œuvre :  $\Delta t = 2,04\text{ms}$

$$d = \frac{v \cdot \Delta t}{2} = \frac{344 \times 2,04 \cdot 10^{-3}}{2} = 0,351\text{m} = 35,1\text{cm}$$

La distance  $d$  de l'obstacle est donc de 35,1cm en accord avec la distance mesurée avec la règle de 35,0cm.

Sources d'erreurs :

- erreur de pointé de la durée : il est difficile de repérer le début de la réception d'une salve sur l'oscillogramme
- erreur de lecture sur l'écran
- erreur due au montage : l'émetteur et le récepteur ne sont pas confondus ; la distance parcourue par la salve est supérieure à  $2 \cdot d$ .
- erreur de mesure de la distance  $d$  : la position exacte du cristal piézoélectrique dans le capteur est incertaine.



vitesse balayage : 200μs/div

## C. Mesures de distance avec un microcontrôleur Arduino

### 1. La mesure avec le microcontrôleur donne : $d = 35,2\text{cm}$

Cette distance est en accord avec la mesure effectuée à la règle égale à 35,0cm.

### 2. La formule utilisée est :

$$d(\text{cm}) = \frac{t(\mu\text{s}) \times v(\text{m.s}^{-1}) / 10000}{2}$$

### 3. Pour avoir un système d'unité cohérent, la vitesse doit être exprimée en $\text{cm} \cdot \mu\text{s}^{-1}$ .

$$\text{Or : } 1\text{m.s}^{-1} = \frac{1\text{m}}{1\text{s}} = \frac{100\text{cm}}{10^6 \mu\text{s}} = \frac{1}{10000} \text{cm} \cdot \mu\text{s}^{-1}$$

### 4. Pour faire des mesures en continu, il faut supprimer la partie où se trouve le compteur.