

**A. MESURE DE LA CÉLÉRITÉ D'UNE SALVE D'ULTRASONS**

1. Les ondes ultrasonores sont longitudinales : la déformation du milieu est parallèle à la direction de propagation de l'onde.

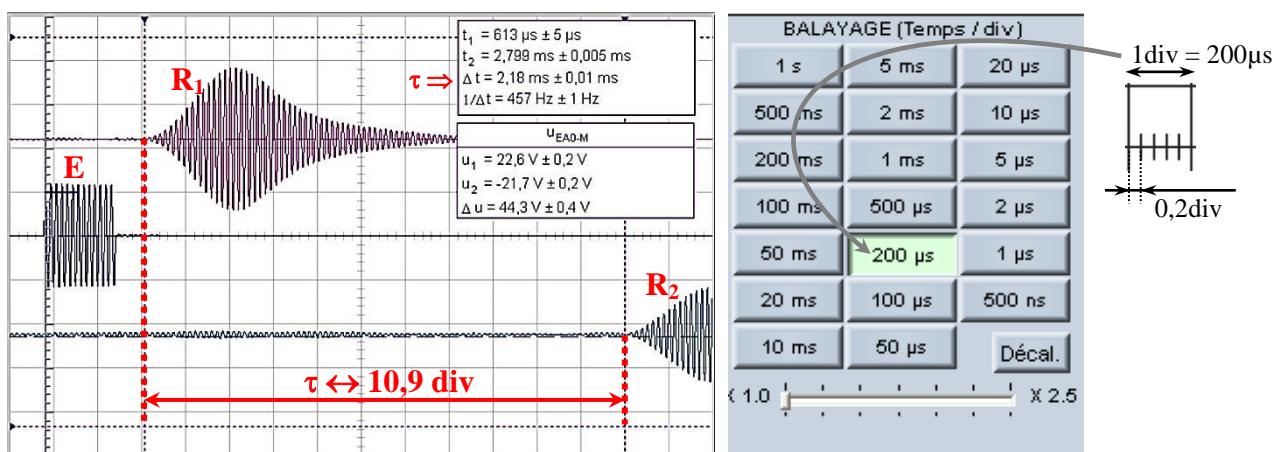
2. La vitesse de propagation de la salve est obtenue par la relation :

$$v = \frac{d}{\tau} \quad \text{avec :}$$

- d : distance entre R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub>,
- τ : durée séparant la réception de la salve par R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub> (retard).

3. Mesures :

grandeur mesurée	sources d'erreur	estimation de l'incertitude	résultat de la mesure
d	- erreur due au montage (E, R <sub>1</sub> et R <sub>2</sub> ne sont pas sur le même axe) - erreur de pointé de la distance à mesurer - erreur de lecture sur la règle	Δd = 1 cm	d = 75 ± 1 cm
τ	- 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	Δτ = 0,4 div Δτ = 0,4 × 200 · 10 <sup>-6</sup> = 8,0 · 10 <sup>-5</sup> s Δτ = 8,0 · 10 <sup>-5</sup> s = 0,08 · 10 <sup>-3</sup> s	τ = 10,9 div τ = 10,9 × 200 = 2,18 · 10 <sup>-3</sup> s τ = (2,18 ± 0,08) · 10 <sup>-3</sup> s



4. calcul de v :

$$v = \frac{d}{\tau} = \frac{0,750}{2,18 \cdot 10^{-3}} = 344 \text{ m.s}^{-1}$$

5. incertitude Δv :

$$\Delta v = v \sqrt{\left(\frac{\Delta d}{d}\right)^2 + \left(\frac{\Delta \tau}{\tau}\right)^2} = 344 \times \sqrt{\left(\frac{1 \cdot 10^{-2}}{75 \cdot 10^{-2}}\right)^2 + \left(\frac{0,08 \cdot 10^{-3}}{2,18 \cdot 10^{-3}}\right)^2} = 13,4 \text{ m.s}^{-1} \text{ majorée à } 20 \text{ m.s}^{-1}$$

écriture du résultat : v = 344 ± 20 m.s<sup>-1</sup> qu'il faut écrire : v = (3,4 ± 0,2) · 10<sup>2</sup> m.s<sup>-1</sup> (le dernier chiffre exprimé pour la vitesse est celui sur lequel porte l'incertitude : ici chiffre des dizaines).

6. Méthodes pour améliorer la précision de la mesure :

Pour réduire les incertitudes relatives Δd/d et Δτ/τ, il faut avoir une distance d la plus grande possible : (éloigner R<sub>2</sub> de R<sub>1</sub> au maximum). L'utilisation d'un banc d'optique permettrait aussi de réduire les erreurs de montage. De plus, il faut choisir une vitesse de balayage adaptée pour que le retard τ occupe toute la largeur de l'écran.

## B. PRINCIPE DE L'ÉCHOLOCATION

Mode opératoire :

- ① Positionner l'émetteur et le récepteur côte à côte face à l'écran.
- ② Mesurer la durée  $\Delta t$  entre l'émission et la réception de la salve ultrasonore.
- ③ Pendant cette durée  $\Delta t$ , la salve parcourt la distance  $2.d$  (aller-retour) :

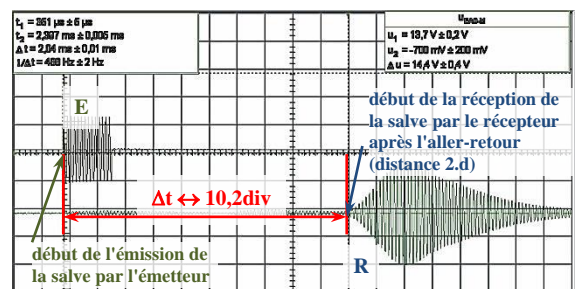
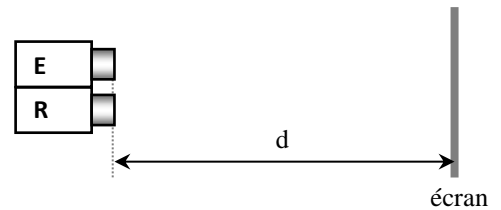
$$v = \frac{\text{distance parcourue}}{\text{durée}} = \frac{2.d}{\Delta t}$$

- ④ Calculer la distance  $d$  avec la relation suivante :  $d = \frac{v.\Delta t}{2}$

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

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

La distance  $d$  de l'obstacle est donc de 35,1cm.



vitesse balayage : 200 $\mu\text{s}/\text{div}$

## C. MESURE DE LA LONGUEUR D'ONDE $\lambda$ ET DE LA PÉRIODE $T$ D'UNE ONDE ULTRASONORE

### 1. Période $T$ des ondes ultrasonores :

$$T = 25,0\mu\text{s} = 2,50 \cdot 10^{-5}\text{s}$$

### 2. Fréquence $f$ : $f = 1 / T = 40.010^3 \text{ Hz} = 40,0\text{kHz}$

$f > 20\text{kHz} \Rightarrow$  il s'agit bien d'une onde ultrasonore.

### 3. Protocole :

Partir d'une position où les deux sinusoïdes sont en phase.

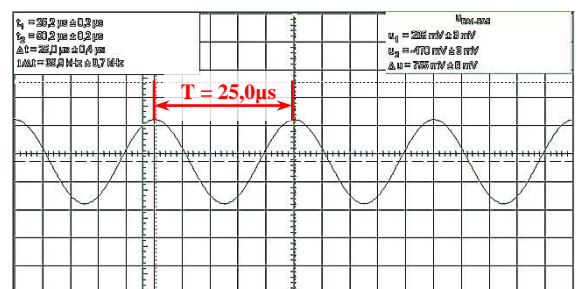
Reculer  $R_2$  par rapport à  $R_1$  pour obtenir à nouveau deux signaux en phase :  $R_2$  a alors été reculé de  $\lambda$ .

Pour plus de précision, mesurer  $10.\lambda$  et diviser par 10 : l'incertitude sur la mesure de  $\lambda$  sera dix fois plus faible.

L'incertitude sur la mesure de  $10.\lambda$  (erreurs de pointé et de lecture) pourrait être estimée à :  $\Delta(10\lambda) \approx 5\text{mm}$  soit  $\Delta\lambda \approx 0,5\text{mm}$

$$10\lambda = 8,5 \text{ cm d'où } \lambda = 8,5\text{mm} = 8,5 \cdot 10^{-3}\text{m}$$

### 4. Calcul de la vitesse : $v = \lambda.f = 3,4 \cdot 10^2 \text{ m.s}^{-1}$



vitesse balayage : 5 $\mu\text{s}/\text{div}$