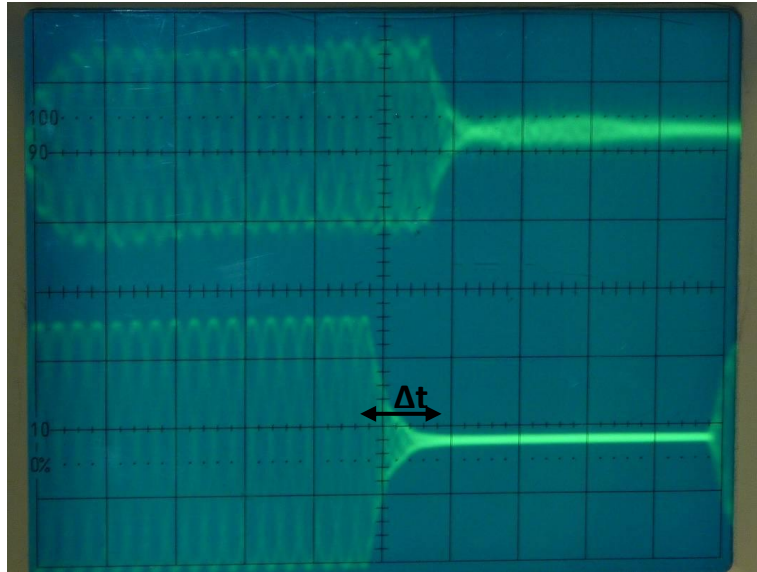


## TP de Physique n°2 : correction : Mesure de la célérité des ultrasons dans l'air

On observe un décalage entre les deux courbes qui augmente avec la distance. L'amplitude du signal reçu par le récepteur 2 diminue à cause de l'amortissement.



2) Pour une distance de 30 cm entre les deux récepteurs, on observe un retard du signal de 0,8 carreaux sur la base de temps 1ms/div. Le retard est donc de  $1.10^{-3} \times 0,8 = 0,8 \text{ ms}$  pour une distance de 30cm.

On complète le tableau pour d variant de 0 à 90 cm :

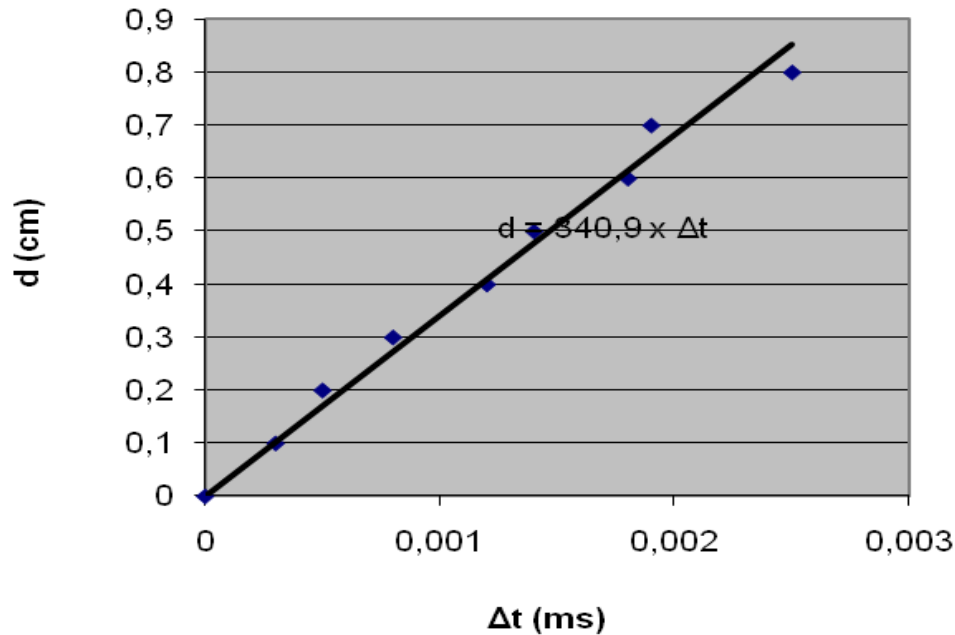
D(cm)	0	10	20	30	40	50	60	70	80
$\Delta t$ (s)	0	$0,3 \times 10^{-3}$	$0,5 \times 10^{-3}$	$0,8 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 10^{-3}$	$1,4 \times 10^{-3}$	$1,8 \times 10^{-3}$	$1,9 \times 10^{-3}$	$2,5 \times 10^{-3}$

Les mauvais résultats parfois obtenus en pratique sont dus aux problèmes de synchronisation de l'oscilloscope à basse fréquence.

*Attention aux chiffres significatifs donnés au résultat : une mesure à deux chiffres significatifs ne permet pas d'obtenir un résultat à 4 chiffres significatifs !!! Un calcul n'apporte pas de précision, ce sont les mesures qui déterminent la précision. On ne mettra donc que deux chiffres significatifs au résultat.*

La vitesse de propagation correspond au coefficient directeur de la droite déterminé à l'aide du tableur : ici  $v = 340,9 \text{ m.s}^{-1} = 3,4.10^2 \text{ m.s}^{-1}$

$$d = v \times \Delta t$$



Évaluation de l'incertitude **d'une mesure (évaluation de type B)** :

Déterminer les incertitudes-types  $u_d$  et  $u_t$  sur la distance  $d$  et le retard  $t$ . **CHOISIR UNE MESURE**

Incertitudes : compléter

- Distance  $d$  mesurée sur le banc : l'incertitude type pour une double lecture sur une graduation est

$$u(d) = \sqrt{2} \frac{1 \text{ graduation}}{\sqrt{12}} = \sqrt{2} \frac{0,1}{\sqrt{12}} = \mathbf{0,04 \text{ cm} = 0,04 \cdot 10^{-2} \text{ m}}$$

- (1ms/div soit 0,2 ms par graduation) De même pour le retard  $u(t) = \sqrt{2} \frac{1 \text{ graduation}}{\sqrt{12}} = \sqrt{2}$

$$\frac{0,2}{\sqrt{12}} = \mathbf{0,08 \text{ ms} = 0,08 \cdot 10^{-3} \text{ s}}$$

- L'incertitude élargie  $U$  pour un intervalle de confiance à 95% est  $2u$   
Calculer les incertitudes élargies suivantes avec leur unité

$$\mathbf{U(d) = 0,08 \cdot 10^{-2} \text{ m}}$$

$$\mathbf{U(t) = 0,16 \cdot 10^{-3} \text{ s}}$$

- L'incertitude élargie  $U(V_{\text{son}})$  sur la célérité est telle que : 
$$\frac{U(V_{\text{son}})}{V_{\text{son}}} = \sqrt{\left(\frac{U(d)}{d}\right)^2 + \left(\frac{U(t)}{t}\right)^2}$$

Pour

$D = 70 \text{ cm}$
---------------------

$T = 1,9 \times 10^{-3} \text{ s}$
------------------------------------

$$\frac{U(V_{son})}{V_{son}} = \sqrt{\left(\frac{0,08 \cdot 10^{-2}}{70 \cdot 10^{-2}}\right)^2 + \left(\frac{0,16 \cdot 10^{-3}}{1,9 \cdot 10^{-3}}\right)^2}$$

$$\frac{U(V_{son})}{V_{son}} = 0,08$$

Déterminer  $U(V_{son})$  puis l'intervalle de confiance à 95% dans lequel se situe cette célérité.

$$\frac{U(V_{son})}{V_{son}} = 0,08 \times 3,4 \cdot 10^2 = 28 \text{ m/s}$$

$$\text{Donc } V_{son} = 340 \pm 28 = 3,4 \cdot 10^2 \pm 0,3 \text{ m/s}$$

$$\text{Intervalle } [3,7 \cdot 10^2; 3,1 \cdot 10^2]$$

### Célérité du son dans l'air

La célérité du son dans l'air est donnée par la relation :

$$v_{th} = \sqrt{\frac{\gamma R T}{M}} \text{ avec } \begin{cases} \gamma = 1,4 \\ R = 8,314 \text{ SI} \\ T \text{ en K} \\ M = 28,8 \cdot 10^{-3} \text{ kg.mol}^{-1} \end{cases}$$

Calculer  $v_{th}$  pour la température du jour de l'expérience.

$$v_{th} = 343,8 \text{ m/s}$$

Calculer l'erreur relative entre cette valeur et la célérité  $v_{moy}$  de l'onde ultrasonore.

$$(343-340)/343 = 8,8 \cdot 10^{-3} \text{ soit } 1 \%$$

Comment améliorer la précision sur la mesure de  $v$ .

**\_ Pour améliorer la précision sur la mesure de  $v$ , il faut choisir la distance  $d$  la plus grande possible afin de réduire les incertitudes relatives  $\Delta d/d$  et  $\Delta t/t$ . Choisir aussi un calibre approprié sur l'oscilloscope afin que  $t$  corresponde à un grand nombre de divisions.**

## ECHODETECTION

L'écho détection est utilisée dans les sonars de bateaux , en échographie mais aussi chez les animaux ( dauphins , chauve souris...)pour déterminer une distance grâce à la réflexion sur des obstacles rencontrés.

Placer l'émetteur et le récepteur tous deux face à un écran situé à une trentaine de centimètres.

A partir de ce dispositif Comment déterminer la distance D qui sépare l'émetteur et le récepteur. Faire un schéma et indiquer le calcul à mener

- Positionner l'émetteur et le récepteur côte à côte face à l'écran.
- Connecter la sortie TEST de l'émetteur sur la voie 1 de l'oscilloscope et le récepteur sur la voie 2 de l'oscilloscope.
- Mesurer le retard  $\tau$  entre l'émission et la réception de la salve ultrasonore.
- Pendant cette durée  $\tau$ , la salve parcourt la distance  $2.d$  (aller-retour) :

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

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

Mise en œuvre avec l'animation du site :

<http://scphysiques.free.fr/TS/physiqueTS/USsonar.swf>

$\tau \leftrightarrow 7,7\text{DIV}$

d'où  $\tau = 7,7 \times 0,50 = 3,9\text{ms}$

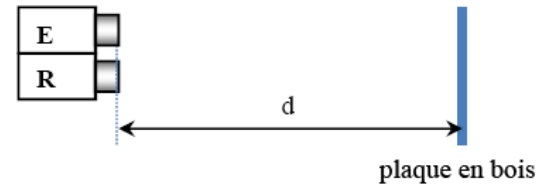
$$d = \frac{v.\tau}{2} = \frac{340 \times 3,9 \cdot 10^{-3}}{2} = 0,65\text{m}$$

La distance D est donc de 65cm.

Remarque :

L'oscilloscope ne déclenche le balayage de l'écran que lorsque la salve est émise par l'émetteur.

Il n'est donc pas possible de visualiser le signal "avant" (il faudrait pour cela utiliser la fonction "pretrig" d'un oscilloscope à mémoire).



voie 1 : 0,5V/DIV

voie 2 : 0,1V/DIV

vitesse de balayage : 0,5ms/DIV