

TS TP: Propagation des ultrasons

But : - mesure de la célérité et de la longueur d'onde d'une onde ultrasonore de fréquence **40 kHz**.

Donnée : vitesse de propagation des ultra-sons : $v \approx 340 \text{ m.s}^{-1}$.

I. Mesure de la célérité v de l'onde ultrasonore par mesure d'un retard

Principe de la manipulation :

On alimente le transmetteur ou émetteur avec une **tension continue de 12 V**. Cette tension est transformée en ultrasons par effet piezo-électrique. Ces ultrasons se propagent dans l'air à température ambiante. Ce sont des ondes sonores de fréquences très élevées inaudibles par l'homme (ici **40 kHz**). Deux récepteurs (R_1 et R_2), distants entre eux d'une distance x , captent les ondes émises et les transforment en signal électrique de même fréquence que l'on pourra visualiser grâce à l'ordinateur. Le récepteur R_2 recevra ces salves avec un décalage temporel appelé retard τ par rapport au récepteur R_1 .

- ✓ L'alimentation de l'émetteur est réalisée à l'aide d'une alimentation de 12V de l'interface d'acquisition.
- ✓ Sélectionner sur le boîtier de l'émetteur le **mode SALVE/courte**.
- ✓ L'émetteur est fixé à l'extrémité d'un banc, ne pas le déplacer.
- ✓ Un des récepteurs (R_1) est fixé sur le banc à la graduation « 0 » ne pas le déplacer.
- ✓ Placer le 2^{ème} récepteur (R_2) à la distance $x = 10 \text{ cm}$ du 1^{er} récepteur.

Connexion à l'ordinateur :

Les récepteurs (R) créent une tension u_{recep} proportionnelle aux salves d'ultrasons reçus. Cette tension u_{recep} sera mesurée et enregistrée (acquise) par l'interface d'acquisition « **SYSAM** ».

- ✓ Connecter le 1^{er} récepteur fixe R_1 à la borne **EA0** (la masse, borne noire de (R_1) à la borne noire « 0V », et la borne rouge de (R_1) à la borne **EA0** de cette même voie.), R_1 restera le plus proche de l'émetteur. De même connecter le 2^{ème} récepteur mobile R_2 à la borne **EA1**.

Mise en fonctionnement de l'ordinateur : Le logiciel d'acquisition est « **mesures électriques** » et doit être configuré.

Un des paramètres est la durée totale d'acquisition. Sachant que la distance x maximale sera de 40 cm, donnez la valeur de ce paramètre.

Paramétrer l'acquisition avec dans les fenêtres :

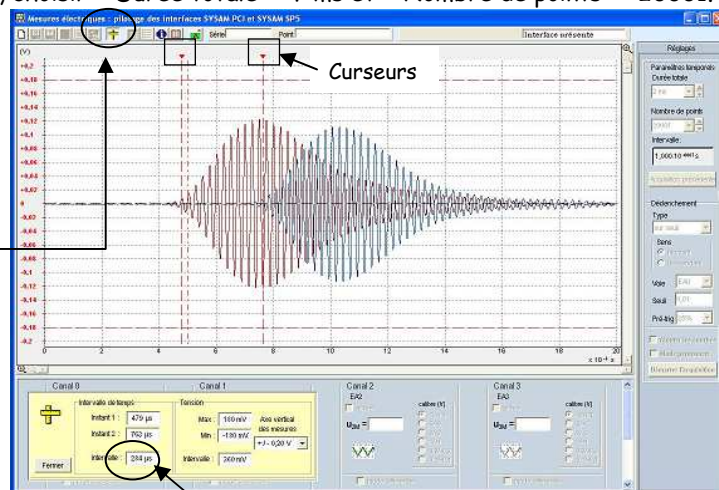
- ✓ En bas, à gauche : « canal 0 » et « canal 1 », activer EA0 et EA1 et choisir les calibres -0,2V/+0,2V.
- ✓ En haut, à droite « Réglages » : « Paramètres temporels », choisir « Durée totale » : ? ms et « Nombre de points » : 20001.
- ✓ « Déclenchement », choisir « type » : sur seuil ; « sens » : montant ; « voie » : EA0 ; « Seuil » : 0,01 V ; « Pré-trig » : 25 %.

Mesures :

Le récepteur mobile étant placé à une distance $x = 10,0 \text{ cm}$ du récepteur fixe, cliquer sur « Démarrer l'acquisition ».

Cette manipulation doit être recommencée jusqu'à obtention d'une figure ressemblant à celle donnée ci-contre (l'essentiel étant de voir les débuts de la salve d'émission et de la réception).

- ✓ Mesurer le retard τ à l'aide de l'icône « mesures », déplacer les curseurs (triangles rouges en haut, initialement de part et d'autre de la fenêtre principale) et lire la mesure dans la fenêtre « intervalle ».



$x(\text{cm})$	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	40,0
$\tau(\mu\text{s})$						

Recommencer les manipulations avec les autres valeurs de x .

Exploitation :

- Dans **REGRESSI**, cliquer sur « **fichier, nouveau, clavier** ». Entrer dans la partie « **variables expérimentales** » de la fenêtre qui s'ouvre le symbole « τ » (la lettre τ s'obtient en appuyant en même temps sur les touches « Ctrl » + τ), d'unité « **s** » ainsi que le symbole « x » d'unité « **m** » (il est inutile d'entrer les valeurs maximale et minimale).
- Entrer les différentes valeurs de τ et x et déterminer la valeur v_{exp} de la vitesse de propagation des ultra-sons. On notera son incertitude.
- Comparer la valeur expérimentale obtenue à la valeur théorique de la célérité du son dans l'air : $v_{\text{th}} = \sqrt{1,4 \times 287 \times T}$ avec T en K.
Est-ce que l'intervalle de confiance de la valeur expérimentale englobe cette valeur théorique ?
- Pourquoi la courbe obtenue ne passe-t-elle pas par l'origine ? Cela change-t-il la valeur obtenue ?

II. Mesure de la célérité v de l'onde ultrasonore par mesure d'une longueur d'onde

Principe de la manipulation : Une expérience sera réalisée par le professeur expliquant la démarche expérimentale.

Montage :

- Conserver le même montage que précédemment.
- Sur le boîtier émetteur, passer au **mode CONTINU**.
- Placer les 2 récepteurs sur la graduation « **0** ».

Paramétrer l'acquisition avec dans les fenêtres :

- ✓ En bas, à gauche : « canal 0 » et « canal 1 », activer EA0 et EA1 et choisir les calibres - 0,2V/+0,2V.
- ✓ En haut, à droite « Réglages » : « Paramètres temporels », choisir « Durée totale » : 200 μs et « Nombre de points » : 1001
- ✓ « Déclenchement », choisir « type » : sur seuil ; « sens » : montant ; « voie » : EA0 ; « Seuil » : 0,01 V ; « Pré-trig » : 25 %.
- ✓ Sélectionner « mode permanent ».
- ✓ Arrêter.

1. Période temporelle T :

- Mesurer une **période T** de l'onde émise, en utilisant l'icône de mesures. Estimer l'incertitude sur T noté $U(T)$ ou ΔT .
- Refaire la mesure en prenant plusieurs périodes en estimant la nouvelle incertitude. Conclure quant à l'intérêt de mesurer plusieurs périodes.
- Calculer la **fréquence** de l'émetteur et comparer avec la valeur annoncée par le constructeur.

2. Longueur d'onde λ :

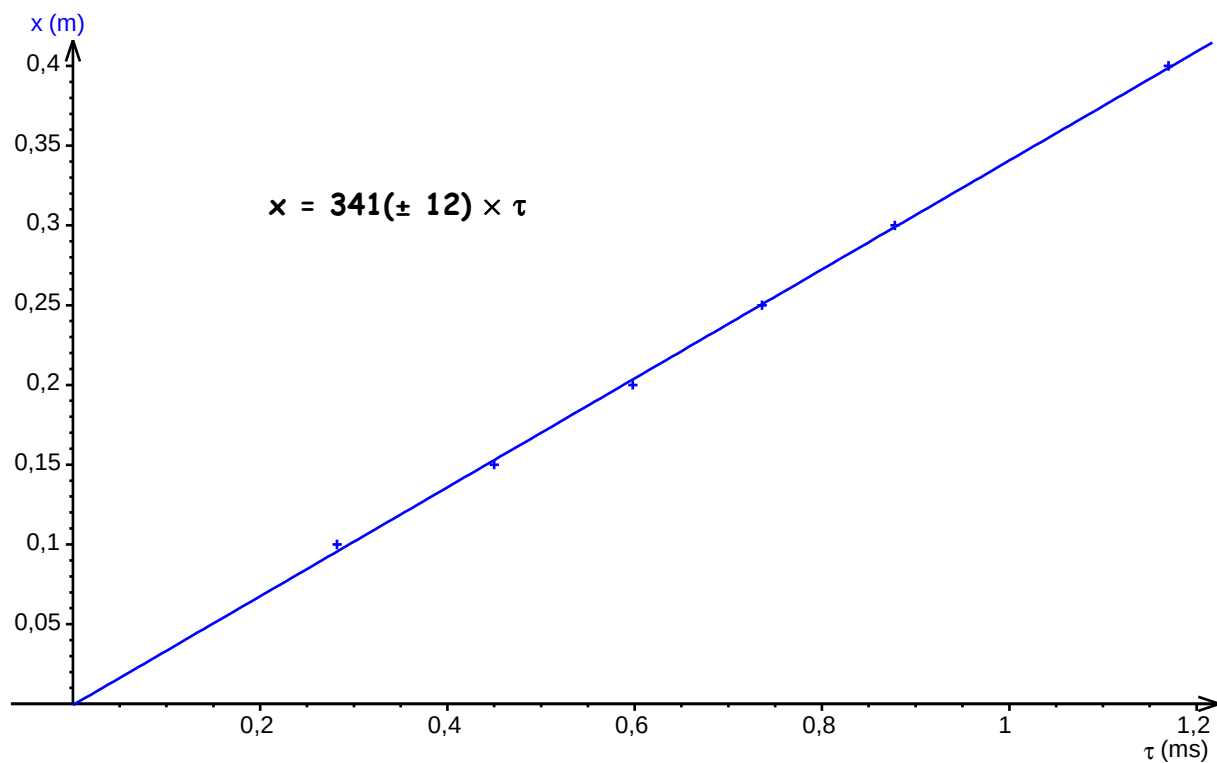
- ✓ Sélectionner « mode permanent ».
- Le récepteur (R_2) étant placé sur la graduation « **0** », ajuster la position du récepteur (R_1) pour que les 2 courbes soient en phase.
- Éloigner maintenant la position du récepteur (R_2) pour que les courbes soient de nouveau en phase.

-  Que signifie l'expression : « pour que les courbes soient de nouveau en phase » ?
-  Que représente la distance d parcourue pour que les courbes soient de nouveau en phase ? Définir cette distance.
- Continuer à éloigner le récepteur (R_2) tout **en comptant le nombre de fois** où les 2 courbes sont en phase ; noter la position du récepteur (R_2) par rapport au récepteur (R_1) correspondant à la 10^{ème} fois.
-  En déduire la **longueur d'onde λ** , ainsi que son incertitude.
Pourquoi avoir éloigné de dix fois la distance d ?
-  Retrouver la **célérité v** de l'onde.

Déterminer l'incertitude de la mesure sachant qu'elle peut se calculer par la formule : $\frac{U(v)}{v} = \frac{U(\lambda)}{\lambda} + \frac{U(T)}{T}$

Est-ce que l'intervalle de confiance de la valeur expérimentale englobe cette valeur théorique ?

I. Mesure de la célérité v de l'onde ultrasonore par mesure d'un retard (courbe)



I. Mesure de la célérité v de l'onde ultrasonore par mesure d'un retard (courbe)

