

Module : Rayonnements non ionisants  
Niveau : Master 2/ Instrumentation Biomédicale

## TP1 Ultrasons

### A. Objectifs

Les objectifs de ce TP sont de déterminer:

1. La vitesse de déplacement des ondes ultrasons
2. La distance entre la source ultrason et un obstacle.
3. L'épaisseur d'une cloison.

### B. Théorie

Les ondes ultrasons ont besoin des atomes de l'air ou d'un milieu donné pour se déplacer puisque l'énergie est transmise d'un atome à un autre tous comme des boules alignées de billard. Les ondes ultrasons se déplacent dans l'air avec une vitesse de 320m/s. Les ultrasons permettent de déterminer la distance entre un émetteur d'ultrasons et un obstacle ainsi que la détermination de l'épaisseur de l'obstacle en question si sa première face est semi-réfléchissante.

### Partie 1 Détermination de la vitesse des ultrasons dans l'air

Pour déterminer la vitesse des ultrasons, un émetteur d'ultrasons E est placé à une distance  $d$  du récepteur d'ultrasons R comme le montre la figure 1. Les signaux électriques alimentant E et issu de R sont affichés sur un oscilloscope comme il est représenté sur la figure 2.

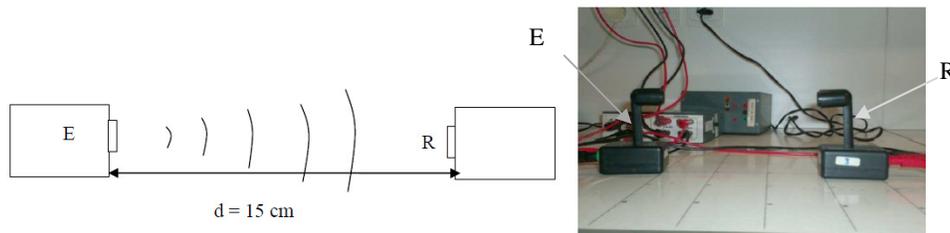


Figure 1

- I. Une mesure du temps  $\Delta t$  de déplacement de l'onde ultrason quittant E, parcourant une distance de  $d=19cm$  et tombant sur R est effectuée et les résultats sont affichés sur l'oscilloscope comme il est montré dans la figure 2.
  1. Si la sensibilité horizontale est 0.2 ms/division (le carreau représente 0.2ms), trouver la valeur de  $\Delta t$ .
  2. Calculer la vitesse  $v$  des ultrasons dans le vide si  $v$  est constante ( $d=v\Delta t$ ).

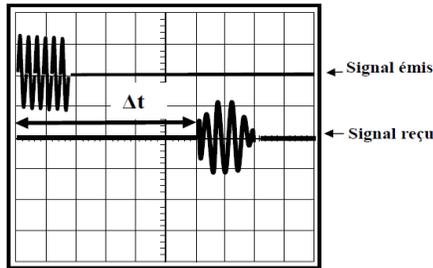


Figure 2

II. Maintenant la distance  $d$  est variée pour prendre six valeurs supplémentaires et les résultats sont résumés dans le tableau 1.

$d$ (cm)	$\Delta t$ (ms)	$v$ (m/s)	$\Delta v$ (m/s) = $v_{i+1} - v_i$
38	.....		
40	1.29		
45	1.45		
55	1.73		
70	2.2		
80	2.47		
90	2.97		

1. Calculer la vitesse des ultrasons pour chaque distance  $d$  séparant E de R et remplir le tableau 1.
2. Tracer la fonction  $d=f(\Delta t)$ .
3. Trouver la vitesse moyenne qui sera considérée nominale en utilisant :  $v_N = \sum_{i=1}^7 v_i / 7$ .
4. Calculer  $\Delta v$  en utilisant l'équation  $\Delta v_i = v_{i+1} - v_i$  et remplir le tableau ci-dessus.
5. Calculer la valeur de  $\Delta v_N$  en faisant appel à l'équation donnant la valeur moyenne  $\Delta v_N = \sum_{i=1}^3 \Delta v_i / 6$ . avec  $v_i$  peut avoir les valeurs de  $v$  tirées du tableau 1.
6. Ecrire la valeur de la vitesse des ultrasons sous la forme  $v = v_N \pm \Delta v_N$  en utilisant les résultats obtenus. Interpréter cette écriture.
7. Si la vitesse des ultrasons est  $v = 320 \text{ m/s}$ , tracer sur la même la courbe de la fonction  $d = v \Delta t_1$ . Les valeurs de  $\Delta t_1$  sont calculées par  $\Delta t_1 = d/v$ .  $d$  prend les valeurs du tableau 1.
8. Si la vitesse des ultrasons est  $v_+ = v_N + \Delta v_N$ , tracer sur la même la courbe de la fonction  $d = v_+ \Delta t_1$ . Les valeurs de  $\Delta t_1$  sont calculées par  $\Delta t_1 = d/v_+$ .  $d$  prendra les valeurs du tableau 1.
9. Si la vitesse des ultrasons est prise  $v_- = v_N - \Delta v_N$ , tracer sur la même la courbe de la fonction  $d = v_- \Delta t_1$ . Les valeurs de  $\Delta t_1$  sont calculées par  $\Delta t_1 = d/v_-$ .  $d$  prendra les valeurs du tableau 1.
10. Discuter les quatre courbes tracées sur la même figure et tirer vos conclusions.

**Partie 2 Détermination de la distance entre la source ultrason et un obstacle**

Pour déterminer la distance entre une source ultrason est un obstacle, l'émetteur d'ultrasons E est placé adjacent au récepteur d'ultrasons R comme le montre la figure 3. Les signaux électriques alimentant E et issu de R sont affichés sur un oscilloscope.

1. Si le temps pris par les ultrasons pour parcourir la distance  $AB$  séparant la source  $E$  de l'obstacle est  $\Delta t$  comme représenté dans la figure 2 et que la sensibilité horizontale (carreau horizontal) est de  $0.4\text{m/s}$  et la vitesse des ultrasons est  $v=320\text{m/s}$ .

*N.B. La distance  $AB$  est parcourue deux fois pour arriver au récepteur  $R$*

2. Proposer une application pour cette idée avec une explication détaillée et convaincante.

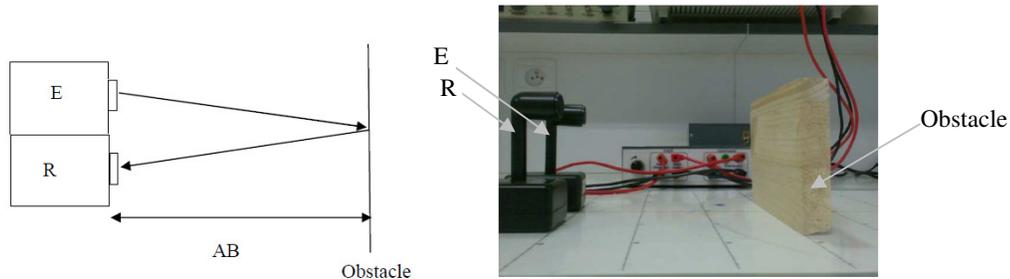


Figure 3

### Partie 3 Détermination d'une épaisseur d'une cloison

Dans cette partie une cloison est utilisée pour déterminer son épaisseur par les ultrasons. La cloison du polyuréthane est caractérisée par une première face semi-réfléchissante et une deuxième face totalement réfléchissante.

La figure 4 décrit une expérience qui permet à la fois de trouver la distance entre l'émetteur  $R$  est la cloison ainsi que l'épaisseur de cette cloison. Les deux signaux électriques  $S_E$  et  $S_R$  enregistrés à l'entrée de  $E$  et à la sortie de  $R$  sont superposés et affichés.

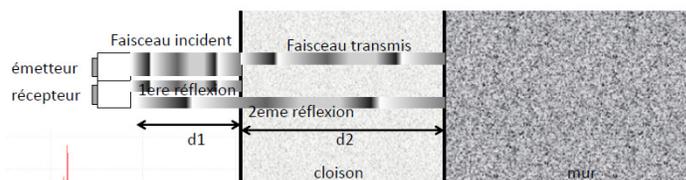


Figure 4

1. Le signal obtenu en superposant les signaux  $S_E$  et  $S_R$  est représenté dans la figure 5.

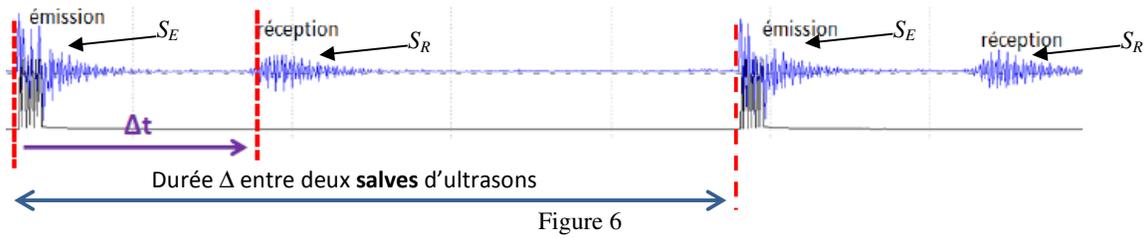


Figure 5

Les temps  $\Delta t_1$  et  $\Delta t_2$  correspondent au temps nécessaires pour que le premier écho et le deuxième écho arrivent au récepteur  $R$ . Les temps  $\Delta t_1=98.5\mu\text{s}$  et  $\Delta t_2=186\mu\text{s}$  sont enregistrés.

- a. Calculer la distance  $d_1$  entre l'émetteur et la première face de la cloison.
- b. Trouver l'épaisseur  $d_2$  de la cloison.

2. Si une modification est apportée à l'expérience et le signal affiché obtenu en superposant les signaux  $S_E$  et  $S_R$  est celui montré dans la figure 6 et le temps  $\Delta t$  enregistré est 3.6ms :



- Trouver la distance entre l'émetteur et l'obstacle.
- Quelle est la modification apportée à cette expérience qui a permis de supprimer le deuxième écho du signal affiché?
- La durée entre deux salves d'ultrasons mesurée est  $\Delta=90\text{ms}$ . Quelle est le nombre de salves par secondes générés par l'émetteur ?

*N.B. : Les solutions seront données au chargement (uploading) du TP2 sur le site.*