

TP N.06

"Exemple des ondes mécaniques progressives : LES ULTRASONS"

Les ultrasons sont des ondes sonores de fréquence f supérieure à celle des sons les plus aigus perceptibles par l'oreille humaine (f supérieure à 20 KHz). Ils sont donc **inaudibles** pour nous (mais audibles par certains animaux).

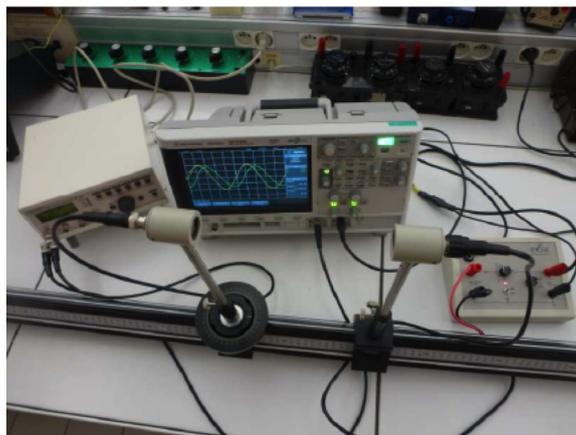
1 Objectifs du TP :

- Déterminer la période, la fréquence et la longueur d'onde d'une onde ultra-sonore,
- Déterminer la célérité de propagation des ultrasons,
- Mesurer le retard d'une salve d'ultrasons.

2 Description du matériel :

2.1 Matériels :

- Emetteur d'ultrasons de fréquence 40 kHz
- Récepteurs d'ultrasons
- Oscilloscope
- Alimentation continue 12V
- Règle graduée
- Fils de connexion



2.2 Principe :

- Une salve d'ultrasons est une brève perturbation sonore, de fréquence 40 kHz. Cette fréquence est inaudible (20 Hz à 20 kHz pour le domaine audible).
- Les ultrasons sont émis par un émetteur E (à gauche) et détectés par un (ou plusieurs) récepteur R (à droite), qui délivre(nt) une tension proportionnelle au déplacement des tranches d'air mises en mouvement lors de la propagation de l'onde.
- Le dispositif permet d'émettre des salves soit de façon **périodique**, soit de façon **continue**, en fonction du réglage de l'émetteur.



2.3 Branchements :

- (1) : L'émetteur doit être alimenté en 15 V (flèche 1) .
- (2) : Brancher le câble adaptateur sur la prise BNC (flèche 2) de l'émetteur. Brancher la prise rouge sur la voie de l'oscilloscope, et la prise noire sur une masse de l'oscilloscope.
- (3) : Sur l'émetteur, choisir le mode **Continu** ou le mode **salve** (interrupteur indiqué par la flèche 3) .
- (4) : Mettre en marche l'alimentation et l'émetteur (interrupteur indiqué par la flèche 4) .

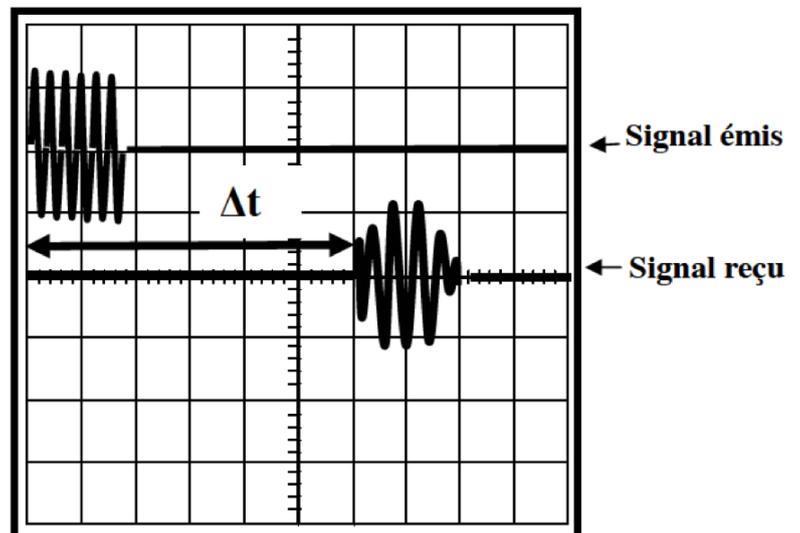


- (5) : Tourner le réglage de fréquence (bouton no5) de l'émetteur, afin d'obtenir un signal d'amplitude maximale au niveau du récepteur.

3 Expérimentation :

3.1 Manipulation 1 : Détermination de la célérité des ultrasons..

- Réglez l'émetteur sur salve/rapide et le potentiomètre (rapport cyclique) de telle façon que celui-ci soit faible.
- Réalisez le montage expérimental pour relier le matériel d'ultrasons, l'alimentation et l'oscilloscope.
- Allumez et réglez l'oscilloscope : sensibilité voie A : 5V/div ; sensibilité voie B : 0.2V/div ; balayage : 0.2ms/div
- Allumez l'alimentation de l'émetteur.
- Déplacer le récepteur. Qu'observez-vous sur l'écran ? Interpréter.
- Placez le récepteur à une **distance d** de l'émetteur et mesurez à l'oscilloscope **la durée Δt** qui s'écoule entre le début de la salve et le début de la réponse du récepteur (retard d'une salve d'ultrasons).
- Les ondes ultra-sonores se propagent-elles à la même vitesse que les ondes sonores ?



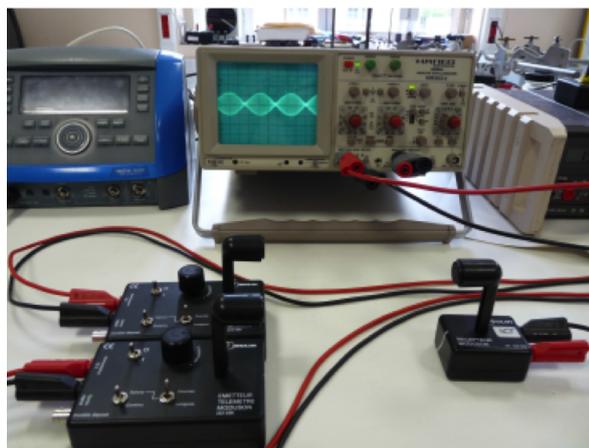
- Réalisez une dizaine de mesures (entre 20 et 60 cm tous les 5 cm par exemple), puis tracez la courbe $d = f(\Delta t)$.
- La perturbation reçue a-t-elle la même forme que la perturbation émise ? Faites le schéma de l'oscillogramme obtenu.
- Déduisez de la courbe $d = f(\Delta t)$ obtenue la valeur de la célérité v des ultrasons dans l'air.

3.2 Manipulation 2 : Mesure d'une longueur d'onde.

- Conservez le montage précédent mais choisissez le mode continu/rapide pour l'émetteur (pas de changement du rapport cyclique).
- Réglez l'oscilloscope : sensibilité voie A : 5V/div ; sensibilité voie B : 0.2V/div ; balayage : 10 μ s/div
- Positionnez le récepteur à environ 30 cm de l'émetteur.
- Déplacez le récepteur de telle sorte que les signaux reçus sur les deux voies soient en phase (c'est à dire qu'ils coïncident).
- Mesurez alors la position exacte du récepteur.
- Faites glisser le récepteur le long de la règle et notez les positions pour lesquelles les deux tensions sont à nouveau en phase : mesurez la distance d séparant le premier point et le onzième point, ce qui correspond à dix longueurs d'onde.
- Donnez les caractéristiques (forme du signal, période et fréquence) du signal émis par l'émetteur. La fréquence trouvée est-elle conforme à vos attentes ? Commentez.
- Représentez l'oscillogramme obtenu lorsque les deux signaux sont en phase.
- Déterminer la période et la fréquence de l'onde ultra-sonore captée par le récepteur. Comparer avec la fréquence des ondes ultra-sonores émises. Comparer la forme des deux signaux (émetteur et récepteur)
- L'onde ultra-sonore est-elle progressive ? est-elle mécanique ? est-elle périodique ?
- Déduisez de vos mesures la longueur d'onde λ de l'onde ultrasonore.
- Pourquoi mesure-t-on la distance correspondant à dix longueurs d'onde, au lieu d'une seule longueur d'onde ?
- En déduire la valeur de la célérité des ultrasons.

3.3 Manipulation 3 : Phénomène de battement avec deux sources ultrasonores

Lorsqu'on place un récepteur à égale distance de deux émetteurs de fréquences proches f_1 et f_2 que l'on observe le signal reçu sur un oscilloscope, on constate que l'amplitude des oscillations varie au cours du temps. Si l'on rapproche le récepteur de l'un des deux émetteurs, les battements existent toujours mais le minimum des oscillations n'est plus nul. En un point donné l'amplitude du signal résultant varie périodiquement au cours du temps.



- Mesurer la fréquence de battement f_B .
- déterminer Δf ainsi que f_{moy} , sachant que $\Delta f = f_2 - f_1$; $f_{moy} = \frac{f_2 + f_1}{2}$
- constater f_1 et f_2 .