

Objectifs :

- Réaliser l'acquisition instantanée du signal correspondant à une onde ultrasonore à l'oscilloscope,
- Mesurer la vitesse de ces ondes dans l'air,
- Caractériser l'atténuation avec la distance de propagation.

Matériel :

- *émetteurs et récepteurs d'ondes ultrasonores,*
- *oscilloscope,*
- *générateur basse fréquence,*
- *alimentation stabilisée.*
- *logiciels SciDavis, feuille de calcul Exploitation donnees sur Capytale ou par Jupyter (dans le répertoire LOGICIELS PHYSIQUE sur le bureau), dans le répertoire groupes/mpsi2/travail/Exploitation Données/*

On produira, pour chaque manipulation décrite, un schéma des branchements et un oscillogramme caractéristique. On estimera rapidement la précision de chaque mesure.

Capacités mises en œuvre :

- Décalage temporel/déphasage à l'aide d'un oscilloscope numérique
- Reconnaître une avance ou un retard de phase
- Passer d'un décalage temporel à un déphasage et inversement
- Repérer précisément le passage par un déphasage de 0 ou π en mode XY.
- Mesurer une longueur d'onde acoustique à l'aide d'un support gradué et d'un oscilloscope bicourbe.
- Mesurer la vitesse de phase, la longueur d'onde et le déphasage dû à la propagation d'un phénomène ondulatoire.

I Utilisation des émetteurs et récepteurs d'ondes ultrasonores**I.1 Caractéristiques**

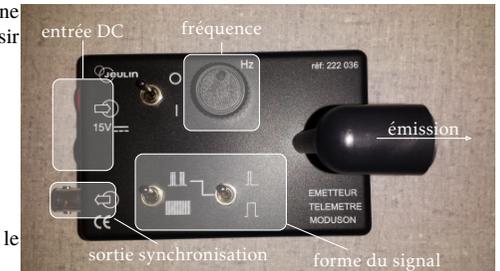
On dispose d'émetteurs d'ondes ultrasonores. Il s'agit de membranes excitées par un cristal piézoélectrique dont la fréquence de résonance est de l'ordre de quelques dizaines de kHz.

- Le grand émetteur est alimenté par la tension d'une alimentation stabilisée, de l'ordre d'une dizaine de V.

On peut régler la fréquence de l'onde émise (dans une plage restreinte) au moyen d'un potentiomètre, et choisir au moyen de deux interrupteurs entre :

- émission continue,
- émission par trains d'ondes courts,
- émission par trains d'ondes longs.

On peut enfin lire en temps réel la tension envoyée sur le cristal piézoélectrique (signal de synchronisation).



- Les petits émetteurs reçoivent le signal variable fourni par la tension d'un générateur basse fréquence (GBF). La fréquence de l'onde ultrasonore émise sera celle du générateur basse-fréquence. Son amplitude sera croissante avec celle du GBF.

On réglera toujours l'amplitude du GBF à sa valeur maximale, de l'ordre de 10V, pour avoir des ondes ultrasonores suffisamment intenses.

- Les récepteurs transforment, par l'intermédiaire d'un cristal piézoélectrique identique, l'onde ultrasonore reçue en signal électrique qu'on peut lire par exemple sur un oscilloscope.

I.2 Caractérisation de la fréquence de résonance

Les ondes émises (en mode émetteur) ou les signaux électriques produits (en mode récepteur) sont d'autant plus intenses que la fréquence est proche de leur fréquence de résonance. On détermine donc celle-ci au préalable pour améliorer la sensibilité des mesures.

De plus la précision les fluctuations de l'intensité avec la fréquence seront minimales si on se situe au voisinage de maximum.

Manipulations :

- *Alimenter le grand émetteur réglé en émission continue. Placer cet émetteur et un récepteur face à face.*
- *Mesurer à l'oscilloscope la fréquence du signal pour laquelle l'amplitude du signal reçu est maximale. Estimer l'imprécision sur sa détermination.*
- *Procéder de même en remplaçant le grand émetteur par un petit, alimenté cette fois-ci par un GBF.*
- *Comparer les deux fréquences et commenter. Reporter la valeur sur le tableur présent sur la paillasse centrale.*

II Onde progressive**II.1 Observation de la propagation****Manipulations :**

- *Alimenter le grand émetteur réglé en émission par impulsions. Placer cet émetteur et un récepteur face à face.*
- *Observer et mesurer à l'oscilloscope le retard entre le signal de l'émetteur et celui du récepteur.*

Exploitation :

Proposer une mesure de la vitesse du son avec ce dispositif. Sera-t-elle précise ?

II.2 Déphasages

Manipulations :

Alimenter désormais le grand émetteur réglé en émission continue.

- Régler la position du récepteur pour que les signaux de l'émetteur et du récepteur soient en phase.
- Translater le récepteur de 2 cm et mesurer le décalage temporel du signal du récepteur. Est-ce une avance ou un retard ?
- Convertir ce décalage temporel en déphasage.

II.3 Mesure de la vitesse du son en émission continue

Manipulations :

On utilise le grand émetteur, en émission continue, et deux récepteurs qui lui font face.

- Régler l'oscilloscope en mode XY en envoyant les signaux reçus par chacun des deux récepteurs sur chacune des voies.
- Observer la nature de la courbe quand on translate l'un des récepteurs par rapport à l'autre.
- Que peut-on dire des phases de l'onde en chacun des récepteurs quand on observe un segment rectiligne croissant ? quand on observe un segment rectiligne décroissant ? Quand on observe une ellipse dont les axes propres sont les axes Ox et Oy ?
- Mesurer la translation d_1 nécessaire pour passer d'un segment rectiligne croissant au suivant.
- Mesurer la translation d_{10} nécessaire pour passer d'un segment rectiligne croissant au dixième suivant.

Exploitation :

- Dédire des mesures de d_1 et f_0 d'une part, puis de d_{10} et f_0 d'autre part la valeur de la vitesse du son et estimer l'imprécision sur leur détermination.
- Reporter ces valeurs dans le tableau.
- Comparer l'écart type statistique des résultats de la classe à vos estimations de l'imprécision.

III Mesure de l'atténuation ☹

Manipulations :

- Placer le grand émetteur (en mode émission continue) et un récepteur face à face.
- Mesurer à l'oscilloscope l'amplitude A du signal reçu pour différentes distances r entre l'émetteur et le récepteur
- Déterminer la forme de la loi de variation de A avec r . On pourra essayer :

$$A = \alpha(r - r_0) \quad A = -\alpha(r - r_0) \quad A = \alpha/(r - r_0) \quad A = \alpha/(r - r_0)^2,$$

avec α et r_0 des constantes à déterminer.

Interprétation :

- Commenter la loi de variation de A avec r obtenue. On indique que la puissance par unité de surface associée à une onde est proportionnelle au carré de l'amplitude.
- Justifier que l'onde ultrasonore émise n'est pas plane en considérant les dimensions de l'émetteur.