

TP S1 - Étude de la propagation d'un signal ultrasonore dans l'air

Objectifs

L'objectif de ce TP est de mettre en œuvre les capacités expérimentales associées à la propagation d'un phénomène ondulatoire. Il s'agit plus précisément de maîtriser progressivement les capacités suivantes :

- ★ *Mesurer la célérité, la longueur d'onde et le déphasage dû à la propagation d'un phénomène.*
- ★ *Reconnaître une avance ou un retard.*
- ★ *Passer d'un décalage temporel à un déphasage et inversement.*
- ★ *Repérer précisément le passage par un déphasage de 0 ou π en mode XY.*

Pour réaliser cet objectif, nous nous appuyons sur le domaine des ondes acoustiques et plus particulièrement celui des ondes ultrasonores.

I. Présentation du matériel

Le matériel utilisé pour ce TP est, par poste élève :

- ☐ un bloc émetteur ultrasonore branché à son transformateur,
- ☐ un bloc transducteur qui comprend
 - ✓ deux émetteurs ultrasonores,
 - ✓ deux récepteurs ultrasonores,
 - ✓ un banc gradué
- ☐ un oscilloscope numérique,
- ☐ un écran métallique,
- ☐ des câbles de connexion électrique,
- ☐ un ordinateur disposant d'un logiciel de traitement de données.

II. Observations des signaux émis et reçus

✎ En vous aidant de la fiche pratique sur les émetteurs et récepteurs à ultrason, effectuer les branchements électriques sur le GBF générant un signal sinusoïdal et observer l'image du signal émis par celui-ci sur la voie 1 de l'oscilloscope.

✎ Brancher le récepteur en face de l'émetteur sur le banc gradué pour observer le signal reçu sur la voie 2 de l'oscilloscope.

Les deux signaux provenant de l'émetteur et du récepteur étant maintenant visualisés à l'oscilloscope, nous allons pouvoir effectuer différents mesurages pour accéder aux caractéristiques de ces signaux.

- ✎ Décrire le signal sur chaque voie.

III. Mesure de fréquence

☞ En vous aidant de l'aide-mémoire sur l'oscilloscope, utiliser les fonctions de celui-ci pour effectuer une mesure de la fréquence du signal émis ainsi que celle du signal reçu.

🔗 Evaluer dans chaque cas l'incertitude associée et présenter les résultats en conséquence. Comparer ces deux résultats. Conclure.

IV. Etude du déphasage

☞ Placer un second récepteur sur le banc gradué inférieur à côté du premier. (On pourra déplacer l'émetteur pour le placer sur la borne située au milieu des deux récepteurs).

Le premier récepteur est maintenant fixé, alors que le second est mobile. Nous allons nous intéresser aux signaux de ces deux récepteurs et observer leur évolution relative lorsque le second récepteur est déplacé de part et d'autre de la position du premier récepteur.

☞ Modifier les branchements à l'oscilloscope de manière à visualiser les signaux des deux récepteurs. On prendra soin de synchroniser la base de temps de l'oscilloscope sur la voie correspondant au récepteur fixe.

☞ Placer le second récepteur à côté du premier de manière à ce que les signaux observés se superposent parfaitement. Passer en mode XY sur l'oscilloscope et représenter le signal observé.

🔗 Interpréter l'allure de celui-ci. Conclure.

☞ Eloigner **lentement** le récepteur mobile de l'émetteur et observer simultanément l'évolution des signaux à l'oscilloscope après être repassé en mode $Y(t)$.

🔗 Noter vos observations. Recommencer la dernière manipulation en vous rapprochant cette fois de l'émetteur et conclure sur le lien qu'il existe entre avance et retard d'un côté, et déphasage positif ou négatif de l'autre.

V. Mesure de longueur d'onde

V.1. Utilisation des coïncidences de phase

🔗 En rappelant qu'un déphasage de 2π correspond à un décalage temporel de T et à un déplacement spatial de λ , proposer un protocole expérimental permettant d'accéder avec précision à la valeur de la longueur d'onde du signal émis.

☞ Mettre en oeuvre le protocole et effectuer la (les) mesure(s) nécessaire(s).

🔗 En déduire une valeur de la longueur d'onde et l'incertitude associée à la mesure.

V.2. Utilisation des ondes stationnaires

On souhaite ici mettre à profit les positions particulières des noeuds et des ventres d'une onde stationnaire pour accéder à la longueur d'onde du signal émis par l'émetteur. Pour créer une pseudo-onde stationnaire, on dispose d'un écran métallique qui va nous servir de réflecteur à ondes sonores.

☞ Retirer les récepteurs du banc gradué et mettre en place l'écran métallique fourni sur votre paillasse à une distance comprise entre 5 et 10 cm de l'émetteur. Placer ensuite un récepteur entre l'émetteur et un écran métallique et noter les positions successives des ventres de vibration.

⚡ En déduire une valeur de la longueur d'onde et l'incertitude associée à la mesure.

VI. Mesure de la célérité

On revient ici à la situation expérimentale initiale dans laquelle l'écran métallique n'est pas présent et où émetteur et récepteur sont placés face à face à environ 10 cm l'un de l'autre.

VI.1. Mesure indirecte à partir de la longueur d'onde

⚡ Rappeler le lien existant entre la longueur d'onde et la fréquence d'une onde progressive sinusoïdale.

⚡ Déduire la célérité des mesures effectuées dans les parties précédentes. On détaillera avec soin les calculs sur la propagation des incertitudes.

VI.2. Mesure directe en régime impulsionnel

☞ Brancher la sortie du bloc émetteur aux émetteurs du bloc transducteur.

☞ Basculer l'émetteur en régime impulsionnel et modifier les réglage de l'oscilloscope comme indiqué sur la fiche pratique.

☞ Mesurer le plus précisément possible la distance entre les deux récepteurs ainsi que le décalage temporel correspondant sur l'oscilloscope, entre le maximum de l'impulsion émise et le maximum de l'impulsion reçue (on pourra utiliser les curseurs liés à la courbe pour faciliter la mesure).

⚡ En déduire une mesure de la célérité dans l'air à la température de la salle (la noter) et évaluer l'incertitude sur votre mesure (type B). Ecrire au tableau excel du professeur **votre meilleure estimation de c** en vue d'une étude statistique de l'incertitude (type A).

VII. Ce qu'il faut retenir

Rédiger sur le cahier de laboratoire, à la suite des notes de TP, une fiche-bilan rappelant :

- ★ *les méthodes expérimentales qui ont été acquises,*
- ★ *les lois physiques qui ont été démontrées ou utilisées,*
- ★ *les nouvelles fonctions des appareils auxquelles on a fait appel. Pour ces dernières, préciser leur rôle et les moyens de les activer.*