

C05 - TP : Propriétés et simulation d'ondes périodiques

OBJECTIFS DU TP :

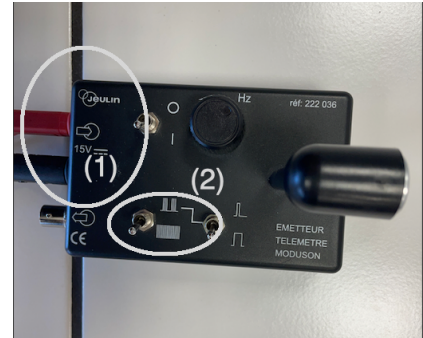
- 1) Mesurer une période et une longueur d'onde d'une onde ultrasonore.
- 2) Modéliser par un langage Python une onde période pour en connaître les paramètres

I- Propriétés des ultrasons

1- La fréquence

On dispose d'un émetteur d'ultrasons, de deux récepteurs d'ultrasons et d'un logiciel d'acquisition.

- Alimenter l'émetteur à ultrasons sur les bornes 0V et 15V de l'alimentation : (1) sur la photo ci-contre.
- Placer en face de l'émetteur un récepteur R.
- Régler l'émetteur en mode continu : (2) sur la photo ci-contre.
- Relier le récepteur à *LatisPro* sur la voie EA0
- Réglages *LatisPro* : Dans *Paramètres* puis l'onglet *acquisition* :
 - o Dans l'onglet *Entrées analogiques* : Sélectionner l'entrée EA0.
 - o Dans l'onglet *Acquisition* : sélectionner Points : 200 ; Total = 125 μ s (T_e se règle automatiquement).
 - o Déclencher l'acquisition en appuyant sur F10. Éventuellement, zoomer sur 5 à 6 périodes avec la loupe + (Clic droit sur la fenêtre d'acquisition).
 - o Afin d'avoir des courbes exploitables, il faut des traits avec des croix : pour cela, faire un clic droit sur EA0 (en haut de la fenêtre d'acquisition) et sélectionner *Propriétés* puis *traits avec croix*.



- 1) Mesurer la période T des ultrasons en détaillant la technique utilisée pour améliorer la précision de la mesure.
- 2) Estimer l'incertitude-type sur la mesure de la période $u(T)$. Pour cela :
 - o Estimer l'incertitude de position du curseur sur la mesure de période et préciser l'unité. (Attention : il y a une incertitude au début de la 1^{ère} période et une autre à la fin de la dernière période)
 - o Diviser la valeur précédente par le nombre de périodes mesurées : c'est $u(T)$.
- 3) Calculer alors la fréquence f des ultrasons.

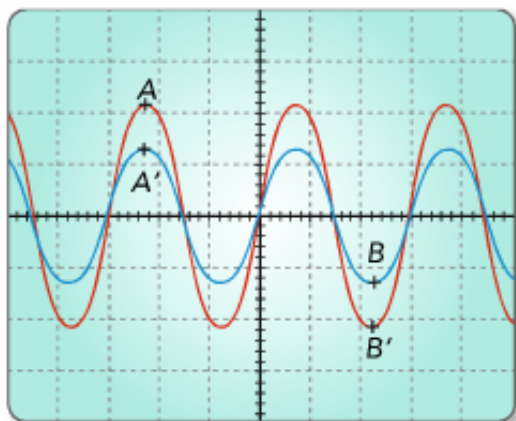
Document 1 : Classement des ondes sonores



- 4) Vérifier à l'aide du document 1 que la valeur est bien cohérente avec la nature ultrasonore des ondes.

2- La longueur d'onde

- Placer côte à côte deux récepteurs R_1 et R_2 face à l'émetteur à une distance de 20,0 cm.
 - Relier les récepteurs à *LatisPro* (récepteur R_1 sur la voie EA0 et récepteur R_2 sur la voie EA4)
 - Réglages *LatisPro* : Dans *Paramètres* puis l'onglet *acquisition* :
 - Dans l'onglet *Entrées analogiques* : Sélectionner les entrées EA0 et EA4
 - Dans l'onglet *Acquisition* : sélectionner Points : 200 ; $T_e = 100 \mu s$; Total = 20 ms et cocher le *mode permanent*
 - Déclencher l'acquisition en appuyant sur F10. Éventuellement, zoomer sur 5 à 6 périodes avec la loupe + (Clic droit sur la fenêtre d'acquisition). Pour arrêter l'acquisition, il faut appuyer sur la touche *Echap*.
 - Éloigner progressivement et lentement le récepteur R_2 .
- 1) Qu'observe-t-on sur le signal reçu par R_2 par rapport à celui du récepteur R_1 lorsqu'on éloigne R_2 de R_1 ?
- 2) Expliquer la différence d'amplitude visible entre les deux signaux.
- Continuer à éloigner alors le récepteur R_2 de façon que les signaux issus de R_1 et R_2 soient en phase : le maximum A de R_1 doit alors être aligné avec le maximum A' de R_2 . (Voir schéma ci-dessous).



- Noter la distance qui sépare alors R_1 de R_2 : ils sont séparés d'une longueur d'onde λ .
- 3) Expliquer en quoi mesurer plusieurs coïncidences des deux signaux permet d'augmenter la précision de la mesure de la longueur d'onde.
- Réaliser ce nouveau protocole.
- 4) Déterminer la longueur d'onde λ des ultrasons dans l'air.
- 5) Estimer l'incertitude $u(\lambda)$ de la même façon que l'incertitude $u(T)$ (c'est cette fois l'incertitude sur la distance d'éloignement de R_2 qui doit être estimée).

3- La célérité

- 1) Préciser les unités de la période, de la longueur d'onde et de la célérité.
- 2) Par analyse des unités précédentes, et en cherchant comment les grandeurs peuvent être combinées, trouver quelle est la relation entre les trois grandeurs précédentes.
- 3) En utilisant les valeurs de la période et de la longueur d'onde, calculer alors la célérité des ultrasons.
- 4) La valeur de référence dans l'air est $v = 340 \text{ m/s}$. La mesure précédente est-elle cohérente avec la valeur de référence ?

II- Simulation d'ondes périodiques

Il est possible d'avoir l'impression de nager en pleine mer dans une piscine équipée d'un générateur de vagues. Selon le dispositif, ces vagues sont générées par soufflerie, par panneau métallique oscillant ou encore par accumulation d'eau.

Document 2 : Générateur de vagues.

Le système de génération de vagues est généralement contrôlé par un logiciel sophistiqué dont les fonctionnalités sont entièrement personnalisables : l'amplitude des vagues se situe entre 0,70 m et 1,20 m. L'espacement entre les vagues est compris entre 9 et 14 m. Une nouvelle vague est créée toutes les 10 secondes.

- 1) Identifier les différentes grandeurs physiques mentionnées dans l'extrait de notice du document 2 : longueur d'onde, période et fréquence.
- 2) En déduire la valeur minimale de vitesse de propagation des vagues.

Pour étudier les caractéristiques des ondes générées, on utilise un programme Python.

- Depuis le site internet, télécharger le programme Python *C05_TP.py* et l'enregistrer dans votre dossier personnel.
- Sur le bureau, cliquer sur *Autres raccourcis* puis sur le dossier *Pyzo* et choisir *Pyzo général*.
- Lancer l'éditeur Python (Pyzo) et ouvrir le programme que vous venez de coller dans votre dossier personnel.
- Compléter les lignes 4 à 6 du programme Python en choisissant la plus grande amplitude et la vitesse de propagation la plus faible.

3) Expliquer la signification de la ligne 13 du programme Python.

4) La fonction périodique étudiée qui modélise la propagation des vagues est la fonction :

$$z(t) = A \times \sin\left(\frac{2\pi}{T} \times t\right)$$

- a. Expliciter les grandeurs de la fonction.
 - b. Compléter la ligne 17 du programme Python qui calcule la fonction.
- 5) Exécuter le programme Python. Imprimer la courbe et annoter le graphique en faisant apparaître l'amplitude A et la période T.

- 6) On peut modifier des paramètres dans le programme. En modifiant ces valeurs, indiquer quelle est l'influence sur le graphique de :
- L'amplitude A
 - La période T
 - La vitesse v

On étudie maintenant le même signal émis mais à $x = 4,5$ m de la source.

- Compléter la ligne 7 du programme pour indiquer la valeur de x_M et exécuter le programme.
- Comparer les deux graphiques : Les signaux sont-ils en phase ou en opposition de phase ?
- En modifiant x_M , donner une distance à la source permettant d'avoir deux signaux en phase. Justifier.

À la fin de la séance, reprendre la grille d'auto-évaluation du début du chapitre pour la remplir.