

TP 20 de Physique : Mesures de célérité et de longueur d'onde pour des ondes mécaniques

Capacités exigibles :

- Distinguer les caractéristiques d'une onde mécanique de celles d'une onde électromagnétique (OEM)
- Savoir définir et connaître la relation entre la longueur d'onde, la célérité et la fréquence d'une onde

Capacités expérimentales :

- Mesures d'un retard, d'une célérité et d'une longueur d'onde à l'aide d'une représentation temporelle obtenue via Python et la carte SYSAM-SP5

I. Caractérisation des phénomènes ondulatoires :



Visualiser la vidéo suivante :
« **Savoir caractériser une onde** »



1. A l'aide de la vidéo citée ci-dessus, compléter *l'annexe 00 du TP 20*.
2. Sur *l'annexe 01 du TP 20*, cocher les cases correspondant aux différents exemples.



Visualiser la vidéo suivante :
« **Modélisation d'une OPPH** »



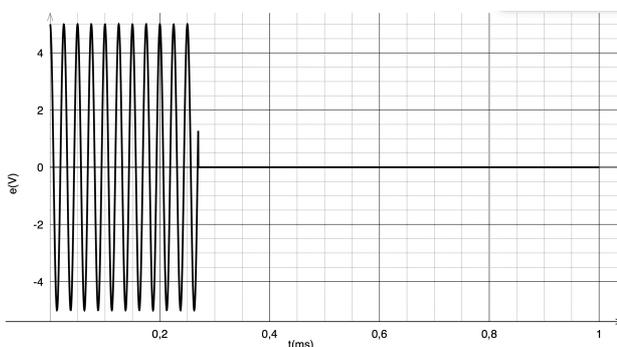
3. A l'aide de la vidéo citée ci-dessus, compléter *l'annexe 02 du TP 20*.

APPEL 0 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.

Les ondes ultrasonores sont utilisées dans de nombreux domaines : médecine (échographie), sondes pour les mesures d'épaisseurs, détecteurs de défauts de soudure à ultrasons...

II. Mesure de la célérité d'ondes ultrasonores :

A. Préparation du signal émis :

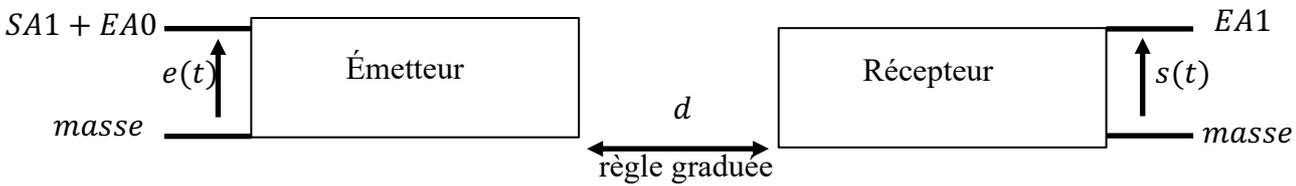


Afin de mesurer la célérité des ondes ultrasonores dans l'air, l'émetteur ne doit pas émettre des signaux/ondes ultrasonores en permanence.

Il doit émettre un signal $e(t)$ appelé « salve d'ultrasons » dont la représentation temporelle est donnée ci-contre.

Pour obtenir ce type de signal, on utilise la sortie SA1 de la carte d'acquisition SYSAM-SP5. Ouvrir le logiciel Edupython et le fichier nommé « TP20_celerite.py ».

Réaliser le montage suivant, avec des grands fils de connexion :



Pour la première mesure, on prend $d = 400 \text{ mm}$.

A l'aide de la fiche technique de l'émetteur ultrasons, déterminer la valeur de la fréquence de l'onde ultrasonore à saisir dans le code Python (ligne 61).

1. Cette fréquence appartient-elle au domaine des ultrasons ? Justifier votre réponse.
2. A l'aide de la fiche technique de l'émetteur ultrasons, déterminer la nature de filtrage réalisé par les émetteurs ultrasons.
3. Quel est le système étudié dans cette expérience ?

APPEL 1 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.

Lancer l'exécution du script et faire vérifier par le professeur que les signaux obtenus sont cohérents.

Afin que les deux signaux ne se superposent pas, le signal de sortie $s(t)$ a été décalé vers le bas à l'aide d'une opération mathématique dans le script Python.

B. Premières observations du signal de sortie :

On nomme Δt , la durée (en seconde) pour que la perturbation ultrasonore parcourt la distance d .

4. Quel est le nom donné à Δt depuis le début de l'année ?
5. Le signal émis $e(t)$ a-t-il la même forme que le signal reçu, noté $s(t)$?
6. Diminuer la distance d entre l'émetteur et le récepteur et relancer l'acquisition : qu'observez-vous ? (2 commentaires sont attendus)
7. Proposez une justification/explication à ces deux observations.
8. A l'aide de vos connaissances, donner la formule théorique donnant d en fonction de Δt et v (on attend dans cette question une formule du type $d = \dots$).
9. Si l'on trace d en fonction de Δt , quel type de droite va-t-on obtenir : une droite passant par l'origine ou une droite ne passant par l'origine ?
10. A quelle grandeur correspond le coefficient directeur de cette droite ?

APPEL 2 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.

C. Première mesure de la célérité des ondes ultrasonores :

A l'aide de ce dispositif, on souhaite mesurer la célérité des ondes ultrasonores dans l'air, notée v . On se place à $d = 400 \text{ mm}$ pour démarrer. Lancer l'exécution du script Python.

A l'aide de la souris, des coordonnées indiquées en bas à droite du graphe, mesurer ensuite la durée Δt écoulée pour que la perturbation parcoure la distance d , en seconde. **On mesure le retard Δt en se basant sur le début des salves.**

Ouvrir le logiciel Regressi.

Sur Regressi, aller dans FICHIER/NOUVEAU/CLAVIER. Saisir deux variables expérimentales : d en mètres (m) et DELTAT en seconde (s).

Dans l'onglet TABLEAU, entrer la valeur de d en mètre et la valeur de Δt en seconde.

Aide : sur Regressi, 40×10^{-3} peut se saisir $40e - 3$

Relever sur votre copie, la température θ de la salle.

Effectuer une série de 10 mesures de d et Δt pour $d \in [100 \text{ mm} ; 400 \text{ mm}]$. Cliquer sur « incertitudes » puis entrer les incertitudes suivantes : 10 mm pour chaque mesure de d et $0,05 \text{ ms}$ pour chaque mesure de Δt

Attention : Δt est positif (valeur absolue du décalage temporel) bien que la « sortie » soit en retard par rapport au signal « d'entrée »

Sur Regressi, à l'aide de l'icône « Coordonnées », tracer ensuite d en fonction de Δt en choisissant « Incertitudes » dans le menu déroulant des points (en noir).

Nous souhaitons déterminer la valeur expérimentale du coefficient directeur de la droite obtenue, à l'aide du logiciel Regressi.

Pour cela, dans GRAPHE, sélectionner MODELE puis MODELES. Choisir alors le modèle pertinent. Valider et cliquer sur « Ajuster ».

APPEL 3 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.

Imprimer au format paysage, le graphe obtenu.

11. Relever sur votre copie, la valeur coefficient directeur de la droite (donné par Regressi), ainsi que son unité et son incertitude-type.

12. On donne la formule suivante :

$$v_{\text{réf}} = 331,4 + 0,607 \times \theta$$

avec v en m/s

θ en $^{\circ}\text{C}$

A l'aide de la température θ de la salle, en déduire la célérité de référence $v_{\text{réf}}$ des ondes ultrasonores dans l'air.

13. La valeur de référence $v_{\text{réf}}$ est-elle compatible avec la valeur expérimentale ? Justifier votre réponse.

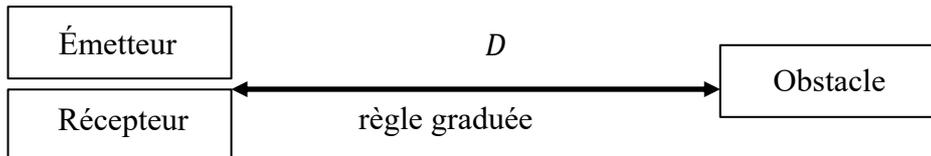
Si la valeur de référence $v_{\text{réf}}$ n'est pas compatible avec la valeur expérimentale, passer la modélisation en modèle « affine ». Après ajustement, relever alors les nouvelles valeur et incertitude-type de la célérité des

ondes dans l'air. Vérifier alors une nouvelle la compatibilité des deux valeurs. Si elles ne sont toujours pas compatibles, appeler l'enseignant.

APPEL 4 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.

D. Deuxième mesure de la célérité des ondes ultrasonores :

On place cette fois-ci, l'un à côté de l'autre, l'émetteur et le récepteur à la graduation 0 cm . On place un obstacle à une distance D :



Mettre l'un à côté de l'autre, l'émetteur et le récepteur à la graduation $x_1 = 0\text{ cm}$. Mettre un obstacle à une distance D . Lancer l'exécution du script.

14. A l'aide d'une justification claire, calculer la nouvelle valeur expérimentale de la célérité v_{exp} (pour une seule mesure).
15. Sans calculer ni z-score, ni écart normalisé, vérifier rapidement la compatibilité de cette nouvelle valeur expérimentale avec vos deux précédentes valeurs.

APPEL 5 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.

III. Mesures de la longueur d'onde λ d'OPPH :

A. Double périodicité des ondes :

Ouvrir la simulation suivante :

https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_fr.html

Régler la simulation ainsi : choisir « Osciller », « Pas d'extrémité », « Aucun amortissement ». Cocher « Règles » et « Chrono ». Faire pause puis cliquer sur Redémarrer.

L'amplitude est de $0,75\text{ cm}$ et la fréquence de la perturbation est $1,50\text{ Hz}$. La tension est sur « élevée ».

Repérer le point noir situé sur le disque, permettant de créer la perturbation à l'origine de la corde.

Lancer le chronomètre (qui ne démarre pas on ne s'inquiète pas). Son unité est la seconde.

A l'aide de ce bouton , faire tourner le point noir d'un tour complet, pour qu'il revienne à sa position d'origine.

16. Comment nomme-t-on la durée qui s'est écoulée durant le tour complet du disque ?
17. En déduire la valeur de la période T de l'onde plane progressive harmonique simulée ici.

18. Vérifier alors que la fréquence affichée par la simulation corresponde à celle mesurée.
19. Qu'observez-vous sur l'allure de la corde lorsqu'une période T s'est écoulée ?
20. Caractériser l'onde observée à l'aide du vocabulaire usuel (explicité en annexe 00).
21. Ce type d'onde n'existe pas : justifier en une phrase la nécessité de son étude détaillée.
22. Mesurer la période du motif qui est apparu sur la corde, à l'aide des outils de la simulation, **en précisant son unité.**
23. A l'aide de votre travail préparatoire, indiquer le nom donné à cette « nouvelle période » ainsi que la lettre qu'on lui associe.
24. A l'aide de votre travail préparatoire, en déduire la valeur de la célérité v de l'onde se propageant dans la corde, en m/s .
25. A l'aide de votre travail préparatoire, en déduire l'expression numérique de l'onde $s(x, t)$. On prendra $\varphi_0 = 0$

APPEL 6 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.