

TP N°22 :

UN EXEMPLE D'ONDES MECANIKES PROGRESSIVES : LES ULTRASONS

Matériel :

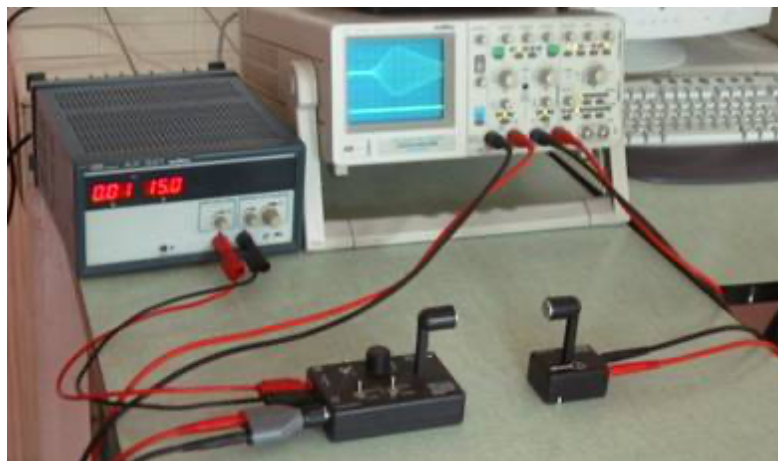
- Émetteur d'ultrasons Jeulin
- Alimentation continue 15V pour l'émetteur
- Récepteur d'ultrasons Jeulin
- Support graduée Jeulin
- Oscilloscope
- Fils de connexion et adaptateurs BNC

Objectifs :

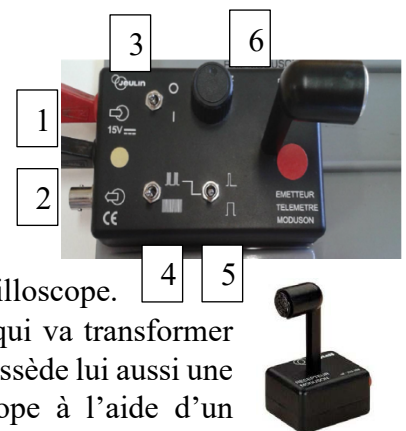
- Savoir utiliser un oscilloscope
- Mesurer le retard d'une salve d'ultrasons et en déduire la célérité des ultrasons dans l'air
- Retrouver la longueur d'onde des ultrasons

I Mesure d'un retard grâce à un oscilloscope :

a. Quelques indications sur le matériel à ultrasons :



- Le module émetteur d'ultrasons a besoin d'énergie électrique pour fonctionner ; il est donc alimenté par une tension continue de 15V (déjà câblée en 1). Si l'on abaisse l'interrupteur (en 3), le module génère un signal électrique périodique qui sera appliqué à un transducteur à ultrasons lequel va transformer le signal électrique en onde mécanique (les ultrasons). Le module possède une sortie BNC (en 2) permettant de visualiser le signal électrique sur une voie d'oscilloscope.
- Le récepteur d'ultrason est constitué d'un transducteur à ultrasons qui va transformer l'onde mécanique qu'il reçoit (les ultrasons) en signal électrique. Il possède lui aussi une sortie permettant de visualiser le signal sur une voie d'oscilloscope à l'aide d'un adaptateur BNC.



- 1) Relier l'émetteur à la voie 1 de l'oscilloscope (CH 1) et le récepteur à la voie 2 (CH 2).
👍 **Faire vérifier par le professeur.**
- 2) Mettre l'alimentation de 15V en marche puis abaisser l'interrupteur (en 3) pour mettre le module sous tension et celui (en 4) pour générer un signal périodique permanent. Mettre l'oscilloscope sous

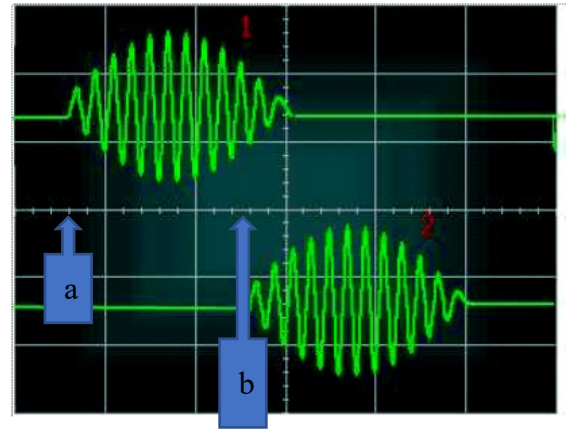
tension puis appuyer sur le bouton **AUTO** de l'oscilloscope (situé dans la zone NUM CONTROL) pour que l'oscilloscope propose une visualisation qui lui semble pertinente.

- 3) Placer le récepteur face à l'émetteur (comme sur la photo) et **régler la fréquence** du signal émis avec le bouton (en 6) de façon à obtenir un signal d'amplitude maximale au niveau du récepteur (signal visualisé sur la voie 2).

👍 **Faire vérifier par le professeur.** Ne plus toucher au réglage de fréquence par la suite !

b. Principe :

- Si l'on relève l'interrupteur (en 4), l'émetteur envoie un signal par **salves** (succession d'ondes périodiques – pause – successions d'ondes périodiques ...).
- **Sur l'axe horizontal des temps**, on mesure le temps Δt qui s'écoule entre le début d'une trame émise (en a) et le début d'une trame reçue (en b). Connaissant la distance d entre émetteur et récepteur, on en déduit la célérité des ultrasons dans l'air.



c. Protocole expérimental :

- Régler l'émetteur sur **émission en salves (en 4)** de **rapport cyclique faible (en 5)**.
- Placer le récepteur à une **distance $d=10,0\text{cm}$** de l'émetteur (donc sur la graduation $x = 0\text{ mm}$ du support Jeulin) puis régler l'oscilloscope en utilisant le bouton AUTO.
- À partir des indications affichées au bas de l'écran, compléter les indications suivantes :
 - **sensibilité voie 1** : V/div (.....)
 - **sensibilité voie 2** : 200 mV/div (verticalement)
 - **balayage (Time)** : 200.0 $\mu\text{s}/\text{div}$ (horizontalement)
- Mesurer à l'oscilloscope la **durée Δt** qui s'écoule entre le début de la salve émise et le début sa réception avec le menu **CURSOR** mais aussi en utilisant l'indication **Time** (le balayage).
Remarque : **RUN/STOP** permet de figer l'affichage pour faciliter la lecture.

👍 **Faire vérifier par le professeur.**

- Réaliser une **dizaine de mesures** de Δt pour une position x comprise entre 0mm et 300mm tous 5 cm par exemple, les saisir dans un tableau de l'atelier scientifique avec :
 - colonne A : la position x (en mm) relevée sur le support et indiquer [nombre de points : 10]
 - colonne B : Dt (en s) donc il vous faut convertir en secondes la valeur Δt relevée à l'oscilloscope. Par exemple : si $\Delta t=444\mu\text{s}$ on écrira 444E-6
- Rajouter une colonne C pour la distance **d (en m)** correspondant à $x\text{ mm} + 10\text{ cm}$ (cliquer dans la case C1 et écrire la formule qui commence par $x[1]*1\text{E}-3 + \dots$).
- Tracer** le nuage de points **$d = f(\Delta t)$** .

👍 **Faire vérifier par le professeur.**

d. Questions :

- Faire le schéma** de l'oscillogramme obtenu pour $d=20\text{ cm}$ et indiquer Δt sur ce schéma.
- Déduire du nuage de points $d = f(\Delta t)$ obtenu une modélisation (de 0 à votre Δt_{max}) par une droite passant par l'origine permettant d'obtenir la valeur de la **célérité v en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$** des ultrasons dans l'air.

👍 **Faire vérifier par le professeur.**

II Détermination de la longueur d'onde λ

a. Définition :

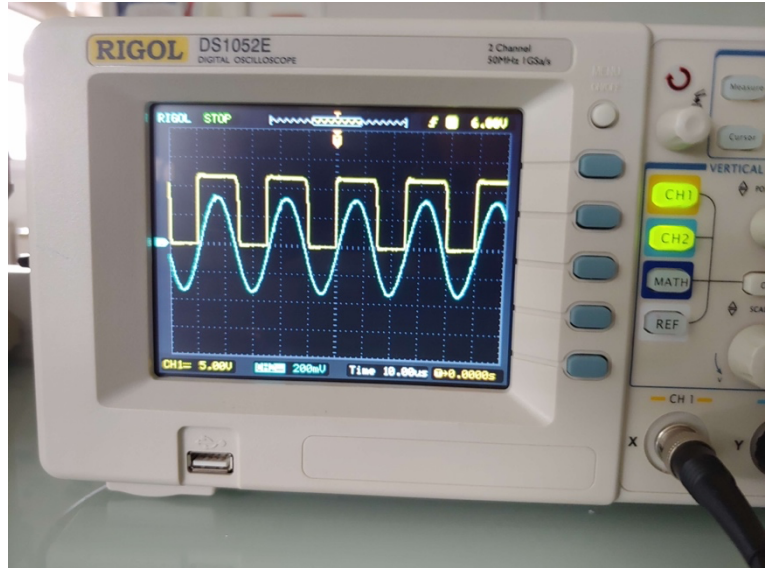
- La longueur d'onde λ est la distance parcourue par l'onde pendant une période.

b. Protocole expérimental :

- 13) Conserver le montage précédent mais, avec le bouton 4, choisir le **mode permanent** pour l'émetteur (pas de salves) et désactiver le mode CURSOR s'il est activé sur l'oscilloscope en appuyant plusieurs fois sur le bouton lumineux pour l'éteindre.

- 14) Positionner le récepteur à environ **30 cm** de l'émetteur puis vous pouvez utiliser AUTO pour régler l'oscilloscope :

- **sensibilité voie A** : 5V/div ;
- **sensibilité voie B** : 200mV/div ;
- **balayage** : 10 μ s/div.



- 15) Après avoir sélectionnée la voie à régler avec les boutons lumineux CH 1 ou CH 2, régler la **référence verticale** de chaque voie avec le **bouton position** pour qu'elle soit au milieu de l'écran. La position du 0V est indiquée par une flèche et un numéro dans la marge gauche de l'écran.
- 16) **Déplacer** le récepteur de telle sorte que **les signaux reçus sur les deux voies soient en phase** (c'est à dire qu'ils coïncident comme sur la photo ci-dessus). 🍌 **Faire vérifier par le professeur**
- 17) **Mesurer alors la position exacte** du récepteur : $x_1 = \dots\dots\dots$ mm
- 18) **Faire glisser** le récepteur le long de la règle et **noter les positions** pour lesquelles **les deux tensions sont à nouveau en phase** notamment $x_{11} = \dots\dots\dots$ mm
- 19) **En déduire la distance** $d = x_{11} - x_1 = \dots\dots\dots$ séparant le **premier point** et le **onzième point**, ce qui correspond à dix longueurs d'onde.

c. Questions :

- 20) À partir de la mesure précédente, déterminer la valeur de 10λ puis celle de la longueur d'onde λ .
🍌 **Faire vérifier par le professeur.**
- 21) **Pourquoi mesure-t-on la distance correspondant à dix longueurs d'onde**, au lieu d'une seule longueur d'onde ?
- 22) On rappelle que la fréquence est liée à la période par la relation $f = \frac{1}{T}$. Donner les **caractéristiques (forme du signal, période et fréquence)** du signal émis par l'émetteur.
- 23) Vérifier que l'onde se propage en conservant la fréquence imposée par l'émetteur.
- 24) À partir de la définition de la longueur d'onde donner une relation liant la célérité v de l'onde (c-à-d sa vitesse de propagation), sa période et sa longueur d'onde.
- 25) En déduire que : $v = \lambda \times f$ (préciser les unités).
- 26) Vos mesures sont-elles en accord avec la relation précédente ?