

Le but de l'activité est de déterminer la célérité de l'onde ultrasonore (US) non pas par la méthode du retard de propagation comme la semaine dernière, mais en utilisant ses propriétés de périodicité. Nous utiliserons ensuite cette valeur de célérité afin de mesurer une distance par echolocalisation.

1 Détermination de la célérité des ondes US en utilisant les propriétés de périodicité

1.1 Détermination de la période temporelle et de la fréquence de l'onde US

Vous disposez d'un oscilloscope, ainsi que d'un système émetteur / récepteur d'ondes US.

- Brancher un seul récepteur sur l'oscilloscope et afficher le signal de l'émetteur reçu par le récepteur.
- En appuyant sur « CH1 », afficher uniquement le signal reçu par la voie 1 de l'oscilloscope. Régler l'affichage pour qu'un motif élémentaire occupe l'intégralité de l'écran.

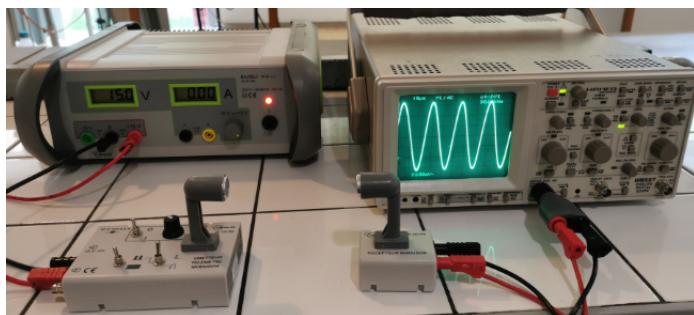


FIGURE 1 – Détermination de la période temporelle

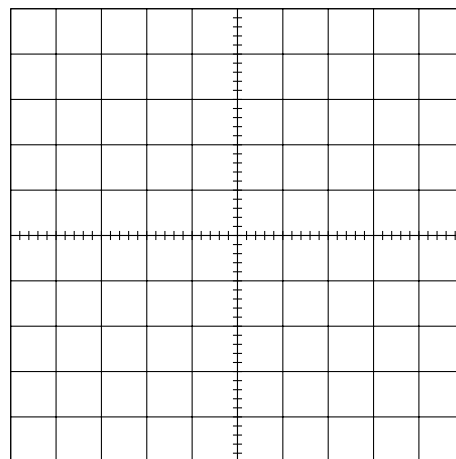


FIGURE 2 – Représentation de l'écran de l'oscilloscope

1. Déterminer l'amplitude de l'onde ultrasonore.

.....

.....

.....

2. Déterminer la période temporelle de l'onde US en détaillant votre calcul

.....

.....

.....

3. En déduire la fréquence de l'onde US

.....

.....

1.2 Détermination de la longueur d'onde de l'onde US

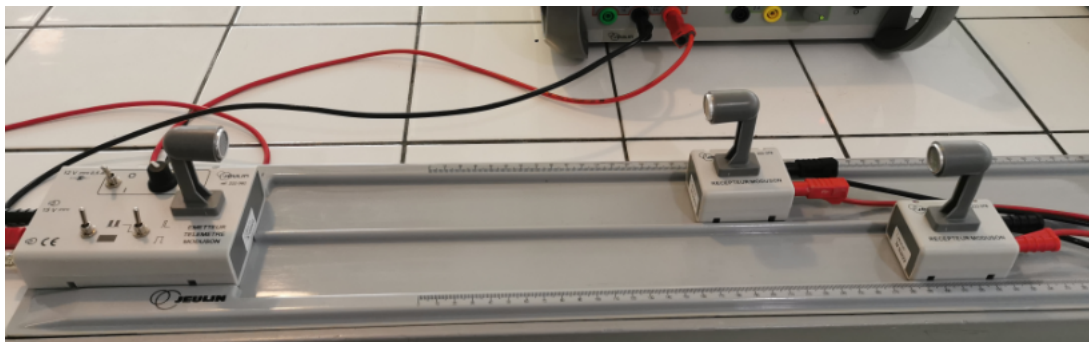


FIGURE 3 – Détermination de la longueur d'onde

- Réaliser le montage ci-dessus
- Régler l'émetteur en mode continu et effectuer les réglages de l'oscilloscope pour qu'il affiche les deux voies (bouton dual) distinctement.
- En décalant l'un des récepteur par rapport à l'autre, les signaux se décalent à l'écran.

4. Expliquer comment vous allez pouvoir déterminer la valeur de la longueur d'onde λ le plus précisément possible.

.....

.....

.....

5. Réaliser les manipulations et déterminer la valeur de λ .

.....

.....

.....

.....

6. En déduire la valeur de la célérité de l'onde ultrasonore.

.....

.....

.....

7. Donner l'expression mathématique de l'onde sous la forme $y = A \cos(\frac{2\pi}{T} \times t)$.

Utilisation des ultrasons pour mesurer des distances par echolocalisation

Le dauphin est capable d'émettre différents types de son, de fréquences variables, certains servant à communiquer, d'autres à se repérer dans l'espace. Le système d'émission chez le dauphin est bien plus complexe que chez l'homme. L'homme n'est en effet capable de produire que du son audible, c'est-à-dire entre 20 et 20 000 Hz, c'est la composition physique de ses cordes vocales qui l'impose. Chez le dauphin, une mécanique vibratoire explique aussi la production du son. Le principe est relativement simple, même si encore sujet à controverses. Il s'agit du principe des cavités de Helmholtz. Le dauphin possède des sacs d'air dont il peut ajuster la taille, afin d'émettre des sons à des fréquences de résonances variées. C'est le même principe qui permet d'émettre des sons lorsqu'on souffle à la perpendiculaire d'un goulot de bouteille. Selon la quantité de liquide dans la bouteille, on pourra émettre des sons plus ou moins aigus.

Pour recevoir les signaux réfléchis par les cibles, les dauphins exploitent des tissus adipeux situés sous leur mâchoire, qui remontent jusqu'à son oreille interne. En effet, les dauphins ne présentent pas d'oreille externe et la transmission des ondes acoustiques est permise par ces tissus adipeux. Le son est donc transmis à l'oreille interne, puis au cerveau, qui l'analyse. Le dauphin peut alors déterminer la distance de la cible, sa taille, ainsi que sa vitesse en exploitant l'effet Doppler.

Source : Wikipédia

Vous disposez, dans l'espace d'échange de votre classe, d'un programme Arduino permettant au microcontrôleur de mesurer une distance à l'aide d'un émetteur/récepteur combiné.

Utilisation du microcontrôleur Arduino

- Relier le microcontrôleur au port USB de l'ordinateur AVANT d'ouvrir le logiciel Arduino
- Vérifier dans « outils » puis dans « port » que le microcontrôleur est bien détecté sur le bon port USB par l'ordinateur
- Connecter le capteur Ultrasonique sur la borne D7 du microcontrôleur
- Téléverser le programme dans le microcontrôleur en allant dans « Croquis » puis « Téléverser ».



FIGURE 4 – Combiné émetteur/récepteur

1. Mesurer la distance entre le capteur et la plaque blanche fournie et vérifier la distance obtenue en mesurant à la règle.
2. Réaliser un schéma **soigné**, en indiquant le parcours suivie par l'onde US, ainsi que la formule utilisée par le programme afin d'en déduire la distance de l'obstacle.

3. Citer une application où l'écholocalisation est utilisée.

Milieu matériel	Vitesse des ultrasons ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)
air à 15 °C	340
eau	1500
Solides	≈ 5000

FIGURE 5 – Vitesse des US dans différents milieux

4. Un dauphin cherche à repérer un banc de poisson! Il détecte un écho au bout de $\Delta t = 0,2 \text{ s}$. A quelle distance se trouve sa proie?