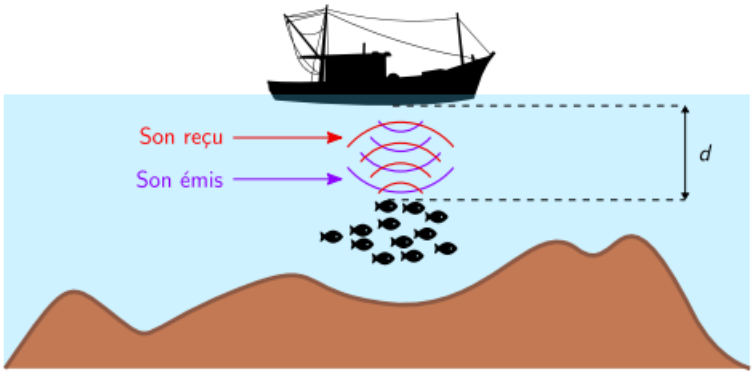
TP de Physique (Chapitre OS1) : La vitesse du son au service du sonar

Objectif : - Mesurer la vitesse d'un signal sonore

Les systèmes de détection et de localisation d'une cible sous-marine, ou d'un obstacle immergé, qui font appel à l'utilisation d'un signal sonore (acoustique) sont spécifiquement désignés par le terme "sonar". Cet acronyme, issu de l'anglais sound navigation and ranging. [...]

Le sonar mesure alors la différence de temps entre l'émission du son et sa réception provenant de la réflexion sur un objet solide. En connaissant la vitesse du son dans l'eau, il est alors possible de remonter à la distance séparant l'émetteur de l'objet. Les applications peuvent être militaires (détection de sous-marins), industrielles (détections de bancs de poissons) ou scientifiques (topographie des fonds marins).



Mais avant le développement de tels systèmes, il a fallu déterminer la valeur de la vitesse du son dans différents milieux. On se propose aujourd'hui de mettre en œuvre une démarche expérimentale afin d'estimer sa valeur dans l'air.

Matériel :

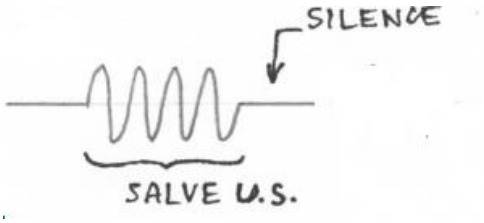
- **Interface sysam + logiciel Latispro**
- **Un émetteur et un récepteur ultrason**
- **Mètre**
- **Cables**

1/ Mesure de la vitesse des ultrasons dans l'air

Document N°1 : Salve d'ultrasons

Un ultrason est une onde, de même nature que les ondes sonores, mais dont la gamme de fréquence se situe entre 20 kilohertz et plusieurs centaines de mégahertz. Cette gamme est trop élevée pour que l'oreille humaine puisse la percevoir.

Lorsqu' un émetteur à ultrasons émet pendant une durée brève puis n'émet plus rien, on dit qu'il émet « une salve ».



Document N°2 : Vitesse d'une onde sonore ou ultrasonore

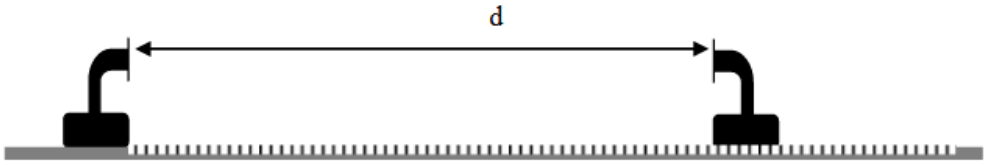
Afin de mesurer la vitesse d'une onde sonore ou ultrasonore, on se base sur le rapport suivant :

$$v_{son} = \frac{d}{\Delta t}$$

avec :
- v_{son} la vitesse de l'onde sonore (en m/s) ;
- d la distance parcourue par l'onde entre deux points M1 et M2 (en m) ;
- $\Delta t = t_2 - t_1$ la durée de propagation de l'onde entre deux points M1 et M2 (en s).

Document N°3 : Montage expérimentale

On utilise des transducteurs piézoélectriques.



Emetteur relié à la sortie SA1 de Sysam — Récepteur relié à la sortie EA0 de sysam

Lancer latispro

effectuer les réglages suivants :

Entrées EA0 active ±0,2 V	
Nombre de points	2000
Echantillon	2 µs
Total	4 ms
Feuille de calcul :	Cr=Si(Temps<0,0002;1;0)
	S=5*Sin(2*Pi*40000*Temps)
	salve=Cr*S
Faire une première acquisition juste pour pouvoir calculer. (F10)	
Sortie :	décocher GBF
	SA1 active
	Choisir salve

- Réaliser le protocole expérimental avec une distance d (mesurée le plus précisément possible) entre l'émetteur et le récepteur égale à 20 cm.
- Lancer l'acquisition en appuyant sur la touche F10.
- A l'aide du réticule (clic droit de la souris), mesurer la durée de parcours Δt de l'ultrason entre l'émetteur et le récepteur.
- Réaliser une capture d'écran, la coller dans un fichier word et imprimer.

1.1/ Représenter à main levée les signaux obtenus à l'écran. Faire apparaître les titres des axes des abscisses et des ordonnées. Identifier le début de l'émission, le début de la réception et la durée séparant ces deux instants.

1.2/ Compléter le tableau suivant en effectuant les mesures pour différentes distances d :
(Remarque : 1 µs = 1.10^{-6} s = 0,000 001 s)

d (cm)	20	25	30	35	40	45
d (m)						
Δt (µs)						
Δt (s)						
v_{son} (m/s)						

1.3/ Calculer la vitesse moyenne v_{son} des ondes ultrasonores dans l'air.

……

……

1.4/ En théorie la vitesse du son et des ultrasons dans l'air est égale à 340 m/s. Comparer la vitesse obtenue expérimentalement à la question **1.3/** à cette vitesse théorique. Quelles sont les sources d'erreurs permettant d'expliquer la différence entre ces deux valeurs ?

……

……

……

……

2/ Retour au sonar

Donnée : La vitesse du son et des ultrasons dans l'eau est égale à 1500 m/s.

2.1/ On se place à nouveau dans le cas présenté en introduction. Sachant que le temps d'un aller-retour des ultrasons est Δt = 0,035 s, exprimer puis calculer la distance séparant le bateau du banc de poissons.

……

……

……

2.2/ Si la distance d séparant le bateau du banc de poissons est de 200 m, exprimer puis calculer la durée Δt mise par l'onde sonore pour effectuer un aller-retour.

……

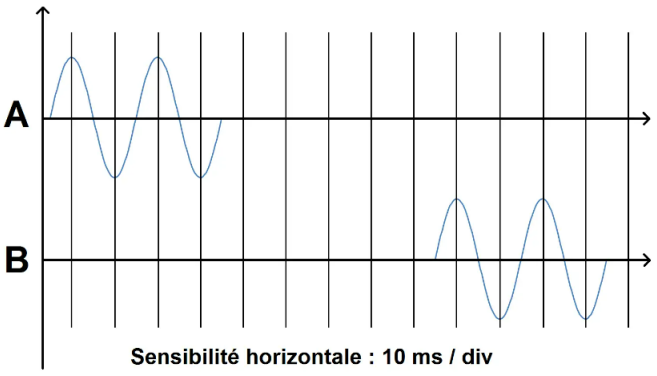
……

……

2.3/ Le dispositif embarqué dans le bateau permet de visualiser les ondes ultrasonores émise et reçue représenté ci-contre :
(Remarque : 1 ms = 1.10^{-3} s = 0,001 s)
- Identifier chaque signal sur le relevé ci-contre.
- Déterminer la durée Δt entre l'émission et la réception du signal.

……

- Exprimer puis calculer la distance séparant le bateau du banc de poissons.



……

……