

## TP de Physique (Chapitre OS1) : Etude des ondes sonores et ultrasonores

### Matériel :

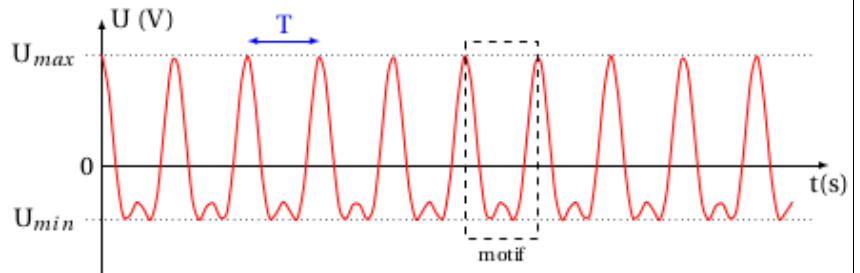
- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Interface sysam + logiciel Latispro</li> <li>Un diapason</li> <li>Un microphone</li> <li>Un émetteur et un récepteur ultrason</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Un écran</li> <li>Des fils de connexion</li> <li>Un mètre ruban</li> </ul> |
|---|---|

### Document N°1 : Caractéristiques d'un signal périodique

Un signal est dit périodique lorsque celui-ci se reproduit identique à lui-même sur un intervalle de temps régulier. La plus petite portion du signal qui se reproduit à l'identique s'appelle un motif élémentaire.

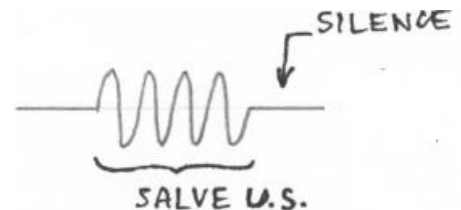
Période : On peut déterminer la période d'un phénomène périodique grâce à la visualisation de son signal. La période correspond au temps associé un motif élémentaire et est notée  $T$ . Elle s'exprime en seconde (s).

Fréquence : La fréquence correspond au nombre de motif élémentaire ayant lieu par seconde. Elle se note  $f$  et s'exprime en hertz (Hz). Pour la calculer, il suffit de calculer l'inverse de la période.



### Document N°2 : 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°3 : Vitesse d'une onde

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

$$v = \frac{d}{\Delta t}$$

avec  $v$  la vitesse de l'onde (en m/s),  $d$  la distance parcourue par l'onde entre deux points M1 et M2 (en m) et  $\Delta t = t_2 - t_1$  la durée de propagation de l'onde entre deux points M1 et M2 (en s).

### 1/ Caractéristiques d'un son émis par un diapason

- Relier le microphone à l'interface d'acquisition en EA0 et sur la masse. Placer le microphone face à la caisse de résonance du diapason.
- Frapper le diapason à l'aide du marteau et appuyer sur la touche F10 pour enregistrer le signal.
- Lorsque le signal vous semble satisfaisant cliquer sur "Echap" afin d'enregistrer un signal.
- Réaliser une capture d'écran et copier dans un fichier word.



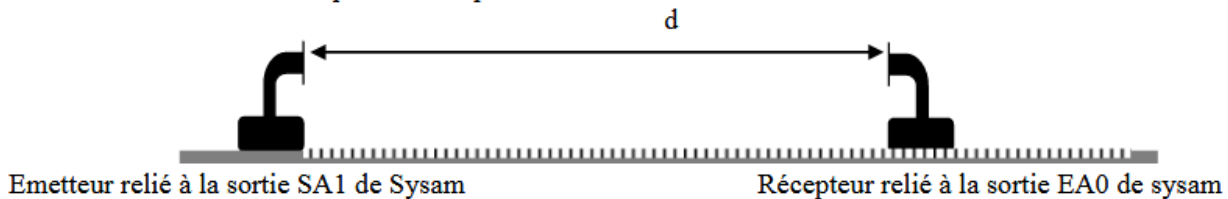
**1.1/** A l'aide du document N°1, justifier que le signal émis par le diapason est périodique.

**1.2/** Déterminer le plus précisément possible la période du signal en utilisant le réticule (« click droit de la souris ») puis sa fréquence.

**1.3/** Quel est le rôle de la caisse de résonance ?

## 2/ Mesure de la vitesse des ultrasons dans l'air

On utilise des transducteurs piézoélectriques.



Lancer latispro

effectuer les réglages suivants :

Entrées EA0 active  $\pm 0,2$  V  
 Nombre de points 2000  
 Echantillon 2  $\mu$ s  
 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.
- Glisser dans l'afficheur de Latis pro les signaux EA0 et SA1.
- Lancer l'acquisition en appuyant sur la touche F10.
- A l'aide du réticule (clic droit de la souris), mesurer la durée de parcours  $\Delta t$  de l'ultrason entre l'émetteur et le récepteur.
- Réaliser une capture d'écran, l'ajouter dans le fichier word précédent.

**2.1/** 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.

**2.2/** Compléter le tableau suivant en effectuant les mesures pour différentes distances  $d$  :

(Remarque :  $1 \mu s = 1 \cdot 10^{-6} s = 0,000\ 001 s$ )

$d$ (cm)	20	25	30	35	40	45
$d$ (m)						
$\Delta t$ ( $\mu$ s)						
$\Delta t$ (s)						
$v_{son}$ (m/s)						

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

- Dans le tableur de Latis Pro, créer les grandeurs distance  $d$  (en m) et durée  $\Delta t$  (en s) puis rentrer les valeurs du tableau précédent.
- Dans une nouvelle fenêtre, tracer la courbe représentant la distance parcourue  $d$  en fonction de la durée  $\Delta t$ .
- Modéliser la courbe en utilisant le modèle adéquate puis indiquer l'équation du modèle.
- .....
- Réaliser une capture d'écran de la courbe, l'ajouter dans le fichier word précédent puis imprimer.

**2.4/** Comparer la valeur du coefficient directeur du modèle à la valeur moyenne obtenue à la question **2.3/**. Expliquer.

**2.5/** 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 **2.3/** à cette vitesse théorique. Quelles sont les sources d'erreurs permettant d'expliquer la différence entre ces deux valeurs ?

### **3/ Application : L'échololocation chez les chauves-souris**

Pour se diriger dans l'obscurité totale et chasser les insectes dont elles se nourrissent, certaines chauves-souris ont développé un système de sonar tout à fait particulier basé sur la production et la réception d'ultrasons : l'échololocation.

*Le but est de modéliser ce système d'échololocation au laboratoire.*

**Document n°1 : Définition générale de l'échololocation chez certaines chauves-souris**

L'échololocation est une technique biologique de situation spatiale d'un objet par l'utilisation des ondes sonores ou ultrasonores. Certaines chauves-souris sont, parmi d'autres espèces, pourvues d'oreilles qui transmettent au cerveau les réflexions d'ondes sonores ou ultrasonores émises par la bouche ou le nez de l'animal.

C'est notamment la durée mise par les ondes pour revenir à l'animal après avoir été émises par lui qui permet à ce dernier d'apprécier la distance des objets.

**Donnée :** Célérité des ondes sonores ou ultrasonores dans l'air de la salle :  $v_{\text{air}} = 3,4 \times 10^2 \text{ m.s}^{-1}$ .

#### **3.1/ Proposition d'un protocole expérimental**

Remplir le tableau ci-dessous et proposer un protocole expérimental détaillé permettant de réaliser une expérience modélisant le système d'échololocation d'une chauve-souris repérant un insecte situé à environ 20 cm de la chauve-souris.

**Remarque :** le protocole expérimental doit expliciter la façon dont on va utiliser le matériel, la ou les mesures et le calcul à effectuer pour déterminer la distance entre la chauve-souris et sa proie. On peut également proposer un schéma.

	Bouche ou nez de la chauve-souris	Oreille de la chauve-souris	Cerveau de la chauve-souris	Insecte chassé par la chauve-souris
Matériel expérimental modélisant les organes de la chauve-souris ou l'insecte chassé				

### **3.2/ Mise en œuvre du protocole expérimental**

Mettre en œuvre le protocole expérimental et déterminer expérimentalement la distance « chauve-souris - insecte » en utilisant le principe de l'écholocalisation.

### **3.3/ Interprétation des résultats expérimentaux**

- Comparer la distance « chauve-souris - insecte » mesurée avec le principe de l'écholocalisation et celle mesurée avec un mètre.
- Déterminer au moins une cause d'incertitude expérimentale possible et proposer une modification du protocole expérimental ou un changement de matériel expérimental permettant de diminuer cette incertitude expérimentale.