

ACTIVITÉ EXPÉRIMENTALE

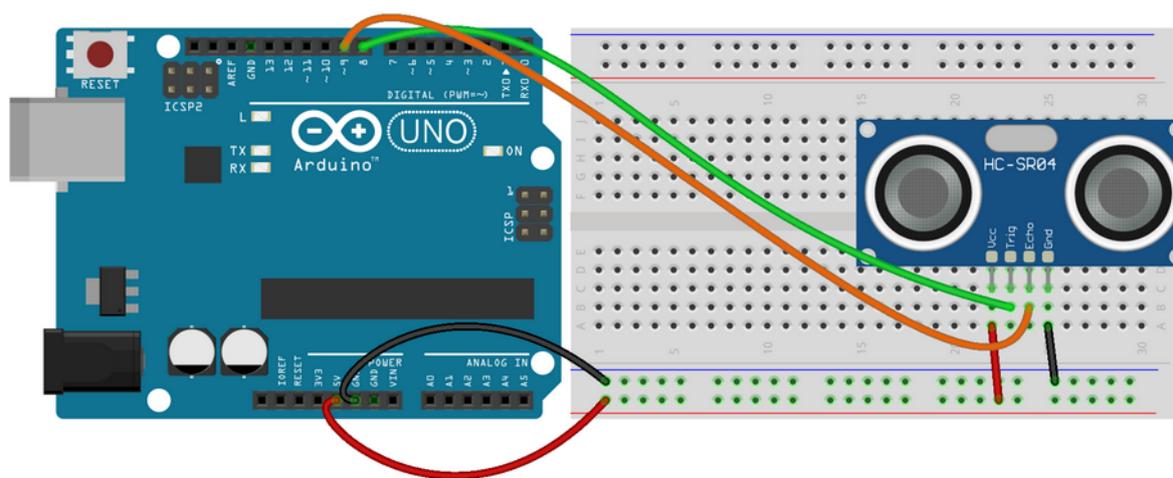
L'ONDE ULTRASONORE – EXPLOITATION EN ÉCHOLOCATION

Objectifs :

- x déterminer les caractéristiques (période et fréquence) d'une onde ultrasonore produite par un module télémètre associé à un microcontrôleur ;
- x exploiter la réflexion d'une onde ultrasonore pour mesurer une distance : construction d'un télémètre.

Dans ce TP, vous devrez réaliser un montage simple avec une carte Arduino et un émetteur – récepteur d'ultrasons puis compléter les programmes permettant d'émettre l'onde ultrasonore en vue de son étude et de construire un télémètre (appareil mesurant des distances).

I. MONTAGE



1. Alimenter la ligne rouge de la plaque avec le +5 V de la carte Arduino.
2. Relier la masse (GND) de la carte Arduino à la ligne bleue de la plaque.
3. Connecter le composant *HC-SR04* sur la plaque et le câbler de la façon suivante :
 - x **Vcc** relié à la ligne +5 V de la plaque ;
 - x **Gnd** reliée à la ligne de masse (noire ou bleue) de la plaque ;
 - x **Trig** à la sortie n°8 de la carte Arduino ;
 - x **Echo** à la sortie n°9 de la carte Arduino.

II. ÉTUDE DE L'ONDE ULTRASONORE PRODUITE PAR LE MODULE HC-SR04

À l'aide d'un récepteur à ultrasons et d'un oscilloscope, vous visualiserez l'onde ultrasonore émise par le module *HC-SR04* afin de déterminer quelques-unes de ses caractéristiques.

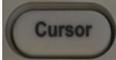
Récupérez le programme à l'adresse suivante pour l'ouvrir avec l'IDE Arduino installé sur votre ordinateur : <https://colibris.link/salves>

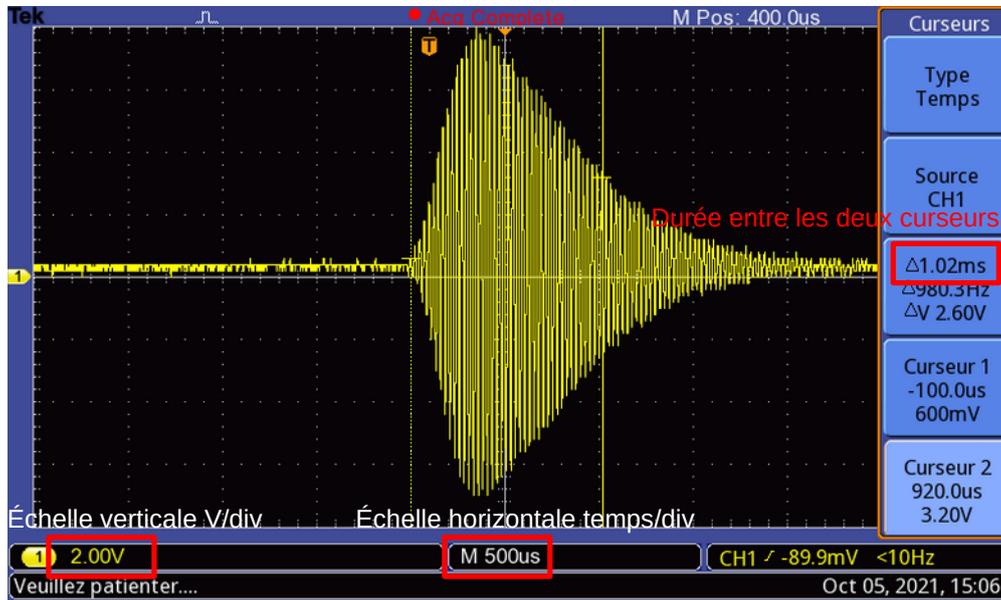
Accepter la création d'un dossier si cela vous est demandé au lancement.

Ce programme émet une salve d'ultrasons toutes les 10 ms.

1. Transférez le programme dans la carte Arduino. 
2. Connectez le récepteur à ultrasons sur la voie A de l'oscilloscope et le mettre sous tension.
3. Placez le récepteur en face de la partie émettrice du module *HC-SR04* et observez le signal avec comme réglages initiaux : échelle horizontale 2,50 ms ; échelle verticale 5 V.
4. Modifiez les réglages pour ne visualiser qu'une salve.
Vous pouvez stabiliser l'affichage en pressant le bouton . Il faudra alors le presser pour acquérir une nouvelle salve.

5. Afficher les curseurs afin de pouvoir effectuer des mesures :

1. Presser le bouton 
2. Choisir le type de curseur : **Temps** (presser le bouton correspondant et utiliser la molette **Usage général**).
3. Pour déplacer un curseur, presser le bouton en face du numéro de curseur et utiliser la molette **Usage général** pour le déplacer.
4. La capture ci-dessous indique où lire l'intervalle de temps entre les deux curseurs.



6. En utilisant les fonctions de l'oscilloscope et en modifiant éventuellement quelques réglages, répondez aux questions suivantes :

1. Donnez une estimation de la durée d'une salve.
2. Quelle est la période T du signal ?
3. En déduire la fréquence f de l'onde.
4. Cette valeur correspond-elle bien à une onde ultrasonore ?

III. PRINCIPE DE L'ÉCHOLOCATION, CONSTRUCTION D'UN TÉLÉMÈTRE

Dans cette partie, on utilise la valeur de la vitesse du son.

Vous la calculerez en tenant compte de la température de la pièce par la relation :

$$c_{\text{air}} = 331,5 + 0,6 \times T_{\text{°C}}$$

$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

Un télémètre est un dispositif mesurant des distances en utilisant la réflexion d'une onde sur un obstacle (lumière ou ultrasons).

1. Le programme

Récupérez le programme à l'adresse suivante pour l'ouvrir avec l'IDE Arduino installé sur votre ordinateur : <https://colibris.link/telemetre2>

2. Principe de la mesure

De nombreux animaux utilisent le principe de l'écholocation pour se repérer en l'absence de repères visuels ou pour localiser des proies. C'est en particulier le cas des dauphins et des chauves-souris.

Le principe repose sur la détection de l'onde sonore (ou ultrasonore) réfléchi par l'obstacle ou la proie.

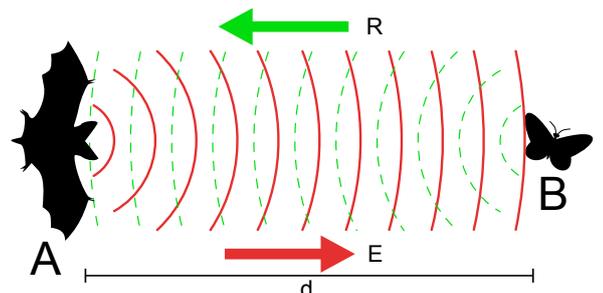


Illustration 1 : Principe de l'écholocation

Source

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chiroptera_echolocation.svg

1. Sur l'illustration 1, quelle est la distance totale parcourue par l'onde entre son émission par la chauve-souris en fonction de d ?
2. Si on note Δt la durée totale du trajet de l'onde, donnez l'expression littérale de la distance d en fonction de la vitesse du son v_{son} et de Δt .

3. Réalisation des mesures

Dans cette partie, vous devrez compléter le programme afin qu'il calcule la distance d et qu'il l'affiche sur le moniteur série .

1. Dans ce programme, quels sont les noms des variables qui représentent les grandeurs d , v_{son} et Δt ?
2. Complétez le programme afin de répondre à l'objectif de cette partie, c'est-à-dire la mesure de la distance d entre le capteur et l'obstacle.
3. Pour **UNE POSITION FIXE DE L'OBSTACLE**, relever les résultats d'une dizaine de mesures et calculer la moyenne et l'écart type expérimental σ_{n-1} de la série. En déduire l'incertitude type $u(d) = \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{N}}$ et arrondir sa valeur à un chiffre significatif.
4. Présentez le résultat de la mesure de distance en choisissant un nombre de chiffres significatifs pour d cohérent avec l'incertitude type calculée et **indiquer la valeur de l'incertitude-type**.
5. Mesurez la distance entre l'émetteur et l'obstacle à l'aide d'un réglet.
6. Est-ce compatible avec votre résultat de la question 4 ?
7. **Question complémentaire – Influence de la nature de l'obstacle**
Remplacer votre obstacle par un bloc de mousse. Votre télémètre fonctionne-t-il toujours aussi bien ? Le cas échéant, proposez une explication.

IV. ACTIVITÉ BONUS – APPLICATION AU PRINCIPE DU RADAR DE REcul

Un radar de recul simple est un système qui mesure la distance entre le parechoc et l'obstacle en émettant des bips de plus en plus rapprochés à mesure que l'obstacle est proche. On remplacera l'avertisseur sonore par un signal lumineux en provoquant l'allumage de DEL.

1. Sur votre plaque, ajouter trois DEL associées à une résistance de $220\ \Omega$, alimentées par les sorties n°3, 4 et 5.
Vous pouvez consulter cette page pour le câblage d'une DEL : <https://colibris.link/cablerdel>
2. Il faut modifier le programme pour que les DEL s'allument de la façon suivante :
 - x si $d \geq 40\ \text{cm}$: toutes éteintes ;
 - x si $25\ \text{cm} \leq d < 40\ \text{cm}$: une DEL allumée ;
 - x si $10\ \text{cm} \leq d < 25\ \text{cm}$: deux DEL allumées ;
 - x si $d < 10\ \text{cm}$: trois DEL allumées.
 1. En vous inspirant de la structure du programme déjà construit, modifiez-le de façon à ce qu'il réponde à l'objectif de cette partie.
Vous trouverez les instructions pour gérer l'allumage d'une DEL dans la page mentionnée à la question 1.
 2. Modifiez votre programme pour n'utiliser qu'une DEL qui clignoterait de plus en plus rapidement à mesure que l'obstacle se rapproche.