

Mesures de distance et de célérité d'une onde

Niveau : 1ère Enseignement de spécialité

**NE PAS PARTIR AVEC
CE DOCUMENT.
PRIÈRE DE LE
LAISSER À L'ATELIER.
MERCI.**

Partie du programme :

Déterminer, par exemple à l'aide d'un microcontrôleur ou d'un smartphone, une distance ou la célérité d'une onde. Illustrer l'influence du milieu sur la célérité d'une onde.

Objectifs du TP :

- Mesurer la célérité d'une onde sonore
- Modifier un programme pour déterminer une distance à l'aide d'un microcontrôleur

Contexte :

Le télémètre est un instrument permettant de mesurer une distance. Il est particulièrement utilisé par les professionnels du bâtiment. Ils s'appuient sur différents types de technologie : laser ou ultrasons par exemple. Les télémètres à ultrason sont composés principalement d'un capteur à ultrasons, d'un micro-contrôleur et d'un écran.



Source de l'illustration :

https://www.instruments-mesure.com/388-thickbox_default/telemetre-ultrasons-a-visee-laser.jpg

Le but de cette activité est de comprendre le principe de fonctionnement d'un télémètre à ultrason.

Pour cela, prendre connaissance des documents suivants et répondre aux questions.

Document 1 : Micro-contrôleur

Un microcontrôleur rassemble les éléments essentiels d'un ordinateur :

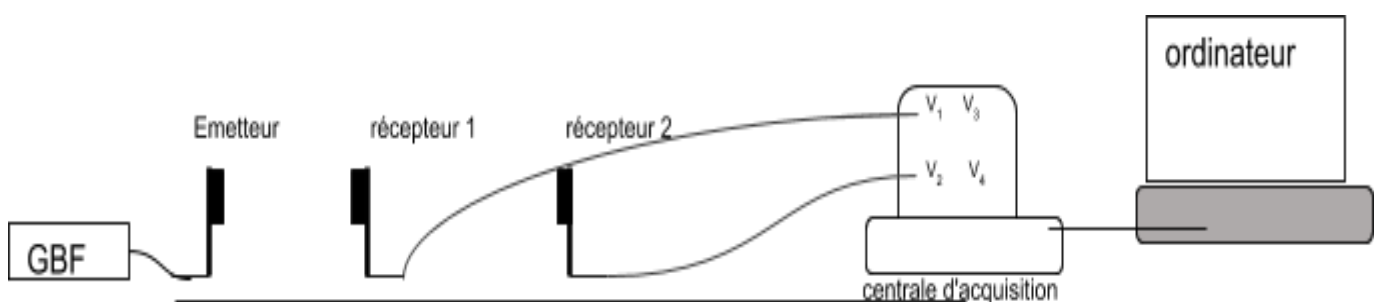
- un processeur qui exécute des programmes informatiques ;
- des mémoires (mémoire morte et mémoire vive), qui permettent de stocker des informations de manière temporaire (comme des variables) ou définitive (comme un programme) ;
- des interfaces d'entrées-sorties pour échanger des informations avec des périphériques (capteurs, écrans).

Le microcontrôleur Arduino/micro:bit est relié à l'ordinateur par un cordon USB.

Celui-ci permet à la fois d'alimenter le microcontrôleur et de télécharger (on dit téléverser / flasher) le programme informatique dans sa mémoire.

Document 2 : Protocole pour mesurer la célérité du son

- Réaliser le montage schématisé ci-dessous en plaçant l'émetteur et les récepteurs sur le rail gradué :



- Brancher **le récepteur n°1 sur la voie 1** de la centrale d'acquisition et le **récepteur n°2 sur la voie 2** (émetteur en mode continu).

- Approcher le plus possible **le récepteur 1** de l'émetteur pour mesurer et connaître le signal émis par l'émetteur.
- Brancher la centrale et la connecter à l'ordinateur à l'aide du cordon USB.
- Ouvrir le logiciel "latispro" puis cliquer sur EA1 et EA2 pour activer les voies.
- Vérifier qu'il y a XX points pour une durée de YY μ s.
- Sélectionner le mode permanent afin d'enregistrer les signaux en continu (et pas seulement pendant YY μ s).
- Sélectionner : -la source : V1 ; -le sens: montant ; -le seuil : 5mV
- Lancer une acquisition en cliquant sur F10. (l'acquisition peut être arrêtée en appuyant sur la touche Echap)

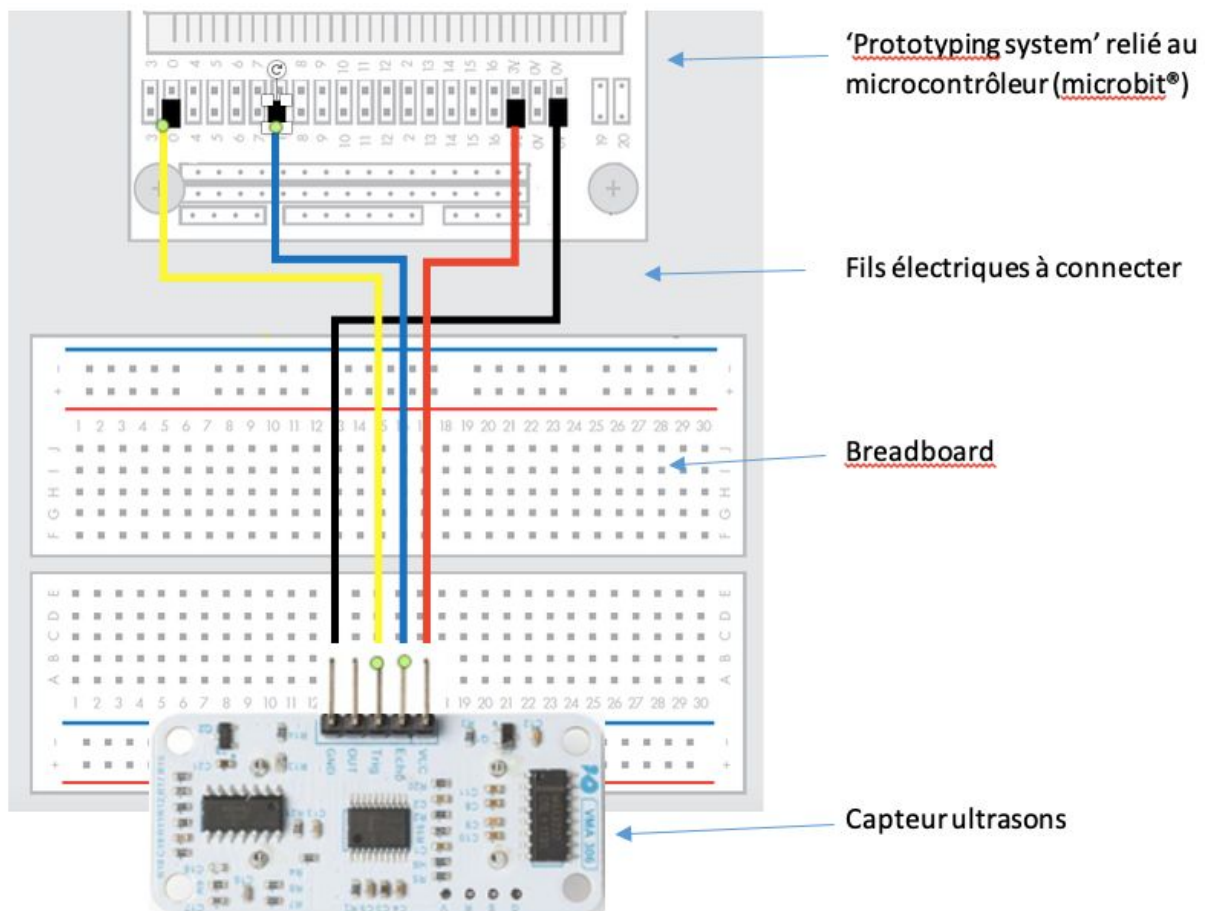
Document 3 : Module émetteur et récepteur d'ultrasons utilisable avec un microcontrôleur **Commentaire pour le/la prof : module US VMA306**

Les quatre bornes utilisées sont :

- VCC : pour alimenter le module en 5V (arduino) ou 3,3V (micro:bit)
- Trig : pour émettre un signal ultrasonore
- Echo : pour récupérer le signal ultrasonore réfléchi sur un obstacle
- GND : broche reliée au potentiel 0 V (GND).

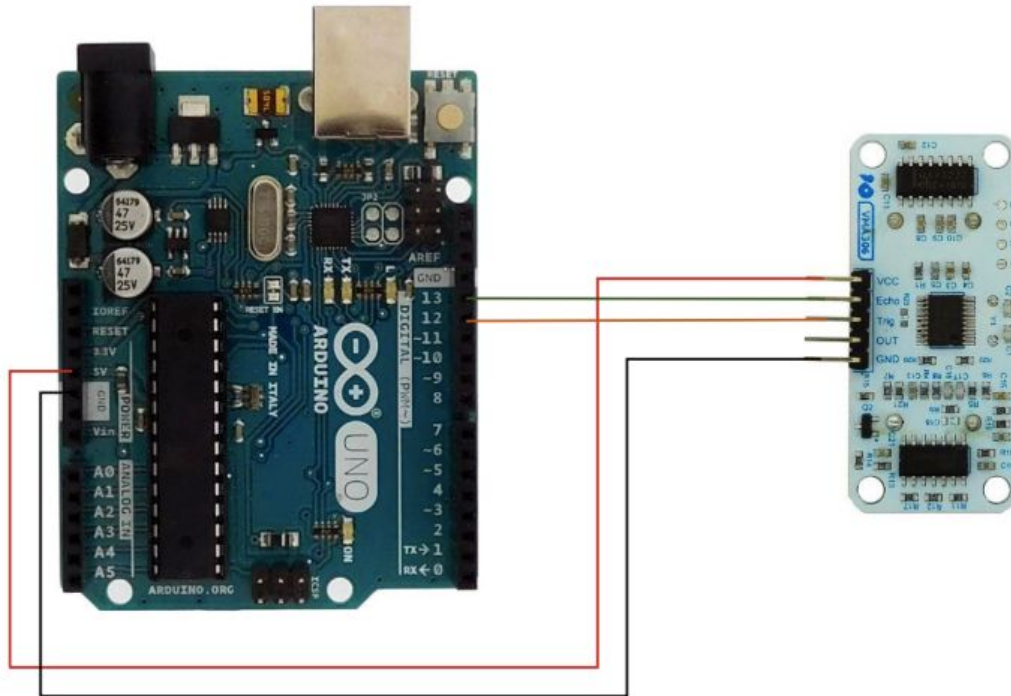


Document 4a : Schéma du montage avec une carte micro:bit



La broche TRIG est reliée sur la broche 0 ; la broche ECHO sur la broche 1 ; la broche VCC sur la broche 3V et la broche GND à la broche 0 V.

Document 4b : Photographie du montage avec une carte arduino



La broche TRIG est reliée sur la broche 12 ; la broche ECHO sur la broche 13 ; la broche VCC sur la broche 5V et la broche GND à la broche 0 V.

Document 5a : Programme en langage python pour mesurer une durée

A l'aide du logiciel MU®, ouvrez le fichier : sonar_duree.py situé dans le dossier XXXX. Ce programme permet de mesurer et d'afficher la durée entre l'émission de l'ultrason et sa réception. Connecter via USB le microcontrôleur à l'ordinateur et le flasher (envoyer le programme au microcontrôleur). Le programme est le suivant :

```
from microbit import *
import utime
# Le module utime fournit des fonctions permettant d'obtenir l'heure et la date actuelles,
de mesurer les intervalles de temps et d'attendre des délais.

while True:
    pin0.write_digital(0) # la broche 0 TRIG est mise sur "Off"
    utime.sleep_us(2) # met en attente "le montage" pendant 2 microsecondes
    pin0.write_digital(1) # la broche 0 est mise sur "On": le module envoie un signal
    utime.sleep_us(10) # met en attente "le montage" pendant 10 µs
    pin0.write_digital(0) # la broche 0 est mise sur "Off"

    while pin1.read_digital() == 0:
        # tant que la broche 1 ECHO ne reçoit pas de signal
        pass # ... ne rien faire
        debut = utime.ticks_us()
        # repère l'instant où le signal est émis en microsecondes
        while pin1.read_digital() == 1:
            # tant que la broche 1 reçoit de signal ...
            pass # ... ne rien faire
            fin = utime.ticks_us() # repère l'instant où le signal est reçu en µs
            temps = round(fin-debut)
            # calcul du temps mis pour faire un A/R entre le module US et un obstacle en µs
            display.scroll(temps)
            # permet d'afficher la valeur de la durée d'un aller-retour sur
            # la carte micro:bit grâce aux 25 LED
            # créer la variable distance puis programmer l'affichage de sa valeur
            sleep(1000)
            # permet de faire attendre le programme pendant 1000 ms
```

Document 5b : Programme en langage arduino pour mesurer une durée

À l'aide du logiciel Arduino®, ouvrez le fichier : sonar_-_duree.ino situé dans le dossier XXXX. Ce programme permet de mesurer et d'afficher la durée entre l'émission de l'ultrason et sa réception. Connecter via USB le microcontrôleur à l'ordinateur et le téléverser (envoyer le programme au microcontrôleur). Le programme est le suivant :

```
int trigPin=13; // broche Trig
int echoPin=12; // broche Echo
long duree;
float distance; // la valeur de la distance est un décimal

void setup() {
  Serial.begin (9600); // Fixe le débit de communication en nombre de caractères par
seconde (l'unité est le baud) pour la communication avec le port série de l'ordinateur.
  pinMode(trigPin, OUTPUT); // la broche TRIG est attribuée à l'émission du signal
  pinMode(echoPin, INPUT); // la broche ECHO est attribuée à la réception du signal
  Serial.println("== Debut du programme =="); } // cette ligne écrit sur le moniteur Serie
"==Début du programme=="

void loop() {
  digitalWrite(trigPin, LOW); // La broche TRIG est mise en mode BAS...
  delayMicroseconds(2); // ... pendant 2 microsecondes
  digitalWrite(trigPin, HIGH); // puis la broche TRIG émet un signal...
  delayMicroseconds(10); //... pendant 10 microsecondes...
  digitalWrite(trigPin, LOW); //... avant de s'arrêter d'émettre
  duree = pulseIn(echoPin, HIGH); // la broche ECHO envoie un signal à la carte qui
correspond à la durée de l'aller/retour de l'onde ultrasonore émise

  Serial.println("DUREE = "); // affiche sur la fenêtre "Moniteur serie" du logiciel
arduino la mention "DUREE =" puis retour à la ligne
  Serial.print(duree); // affiche sur la fenêtre "Moniteur serie" du logiciel arduino
la valeur de "duree"
  Serial.println(" microsecondes"); // affiche sur la fenêtre "Moniteur serie" du logiciel
arduino la mention "microsecondes" avant d'aller à la ligne

  //calcul de la distance
  delay(2000); // délai entre deux mesures
}
```

Questions :

- Réaliser le protocole du document 2 et décrire la figure d'acquisition obtenue. Associer à chaque courbe le numéro du récepteur correspondant.
- Sachant que les ondes ultrasonores se propagent à la même célérité que les ondes sonores, expliquer en quoi cette expérience permet de déterminer la célérité du son. Déterminer alors cette mesure. Commenter.
- 1bis.** On souhaite déterminer la célérité du son à l'aide d'un micro-contrôleur. Consulter le programme du document 5 et indiquer quelle(s) grandeur(s) physique(s) mesure le micro-contrôleur. Puis, réaliser le montage du document 4
- 2bis.** En utilisant le microcontrôleur connecté avec un capteur ultrasonore et un réglet, effectuer des mesures afin de compléter le tableau suivant :

Distance (cm)	10	20	30	40	50	100
Temps affiché (µs)						

- puis** À l'aide d'un tableur-grapheur, tracer *distance* (en m) en fonction de *temps affiché* (en s). Comment exploiter cette représentation graphique pour déterminer la célérité du son ? Mettre en oeuvre la méthode proposée.
- On souhaite que l'afficheur n'indique plus la durée mais la distance séparant le module ultrasonore d'un obstacle. Quelle ligne enlever dans le programme ? Écrire les lignes à ajouter. Faire vérifier par le/la professeur.e.
 - Editer/modifier le code en python/arduino utilisé afin d'afficher la distance séparant le module ultrasonore d'un obstacle. Flasher/téléverser le programme dans le micro-contrôleur et mesurer la hauteur entre la table et le plafond (par exemple). Mettre en commun cette mesure avec celles des autres groupes. Que dire de la précision de cette mesure ? Comment peut l'améliorer ?