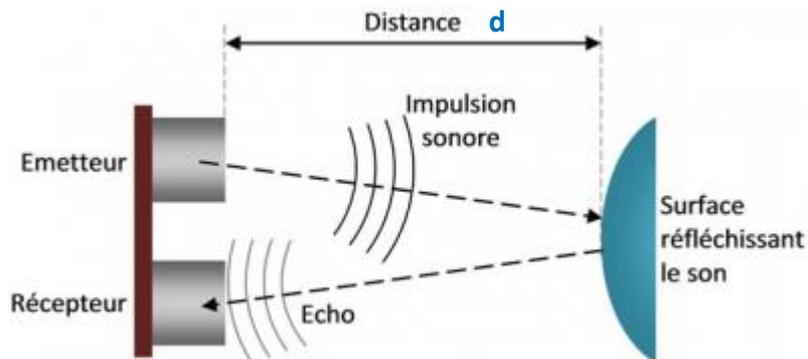


## 1. Mesure de la vitesse du son avec un capteur de distance Ultrason

### a. Présentation

Un capteur de distance ultrason est basé sur le principe physique de l'écho. Il est composé d'un émetteur et d'un récepteur ultrason. L'émetteur envoie une salve d'ultrason qui se réfléchit sur l'obstacle dont on veut connaître la distance par rapport au capteur. Le signal réfléchi est ensuite capté par le récepteur (microphone) d'ultrason.



Un ultrason est un son de fréquence > 20 000 Hz que l'oreille humaine n'entend pas. Il se propage à la même vitesse que le son.

### b. Montage

On utilise le capteur [Ultrasonic Ranger](#). Il est nécessaire de brancher la connexion Grove sur l'entrée D7 du module Grove (le programme est configuré sur cette entrée).

### c. Formule pour calculer la vitesse du son

Pour que le programme calcule la distance, il faudrait connaître la vitesse du son.

Le capteur mesure la durée  $\Delta t$  entre l'émission de l'ultrason et sa réception en ms ( 1 ms =  $10^{-3}$  s).

La distance parcourue par l'ultrason pendant cette durée est  $2d$  en m.

La vitesse du son se calcule donc par  $v_{son} = \frac{2d}{\Delta t}$  en m/s

On va donc faire plusieurs mesures pour mesurer la vitesse du son et on en déduira une vitesse moyenne dont on estimera l'incertitude.

### d. Lancement du programme

Brancher le port USB de l'Arduino sur votre PC ; lancer le programme Arduino puis aller dans le menu Fichier/Ouvrir pour ouvrir « programme\_TP\_14.1\_Vitesse\_son ».



Cliquer sur la flèche horizontale pour téléverser le programme

Quand c'est fait, aller dans le menu Outil/Moniteur Série.

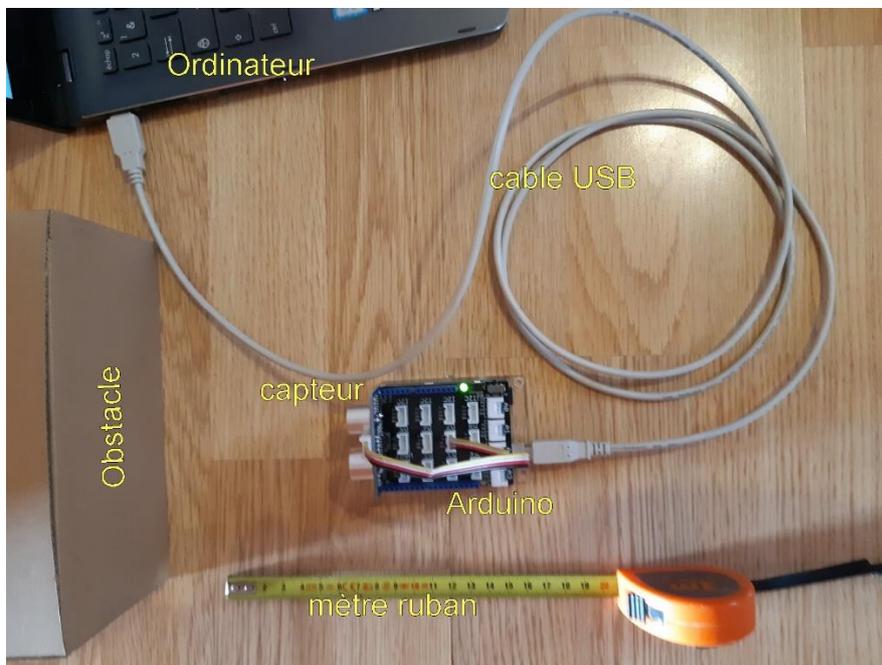
Le capteur donne alors la mesure de  $\Delta t$  toutes les 3 secondes.

### e. Mesures

Mettre l'obstacle à différentes distances mesurées à l'aide du mètre ruban. Noter la durée  $\Delta t$  en ms mesurée par le capteur et calculer la vitesse du son dans chaque cas en m/s.

d (m)	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00
$\Delta t$ (ms)										
$V_{son}$ (m/s)										

( $V_{son}$  avec 4 chiffres significatifs)



**f. Valider les résultats** (à faire à la maison sauf le calcul de  $V_m$ )

- 1) Avec la calculatrice ou avec Excel, calculer la moyenne  $V_m$  de vos 10 mesures de vitesse.
- 2) Avec la calculatrice ou avec Excel, calculer l'écart type  $\sigma$  de vos 10 mesures.
- 3) En déduire l'incertitude de notre série de mesures pour  $n = 10$  mesures réalisées :
 
$$U(v) = \frac{2,26 \times \sigma}{\sqrt{n}} \text{ en m/s} \text{ puis arrondir } U(v) \text{ à un chiffre significatif arrondi à l'excès.}$$
- 4) Ecrire le résultat de vos mesures sous la forme  $V_{\text{mesuré}} = V_m \pm U(v)$
- 5) Relever la température  $\theta$  de la salle et calculer la valeur théorique de la vitesse du son :  $V_{\text{théo}}$

**Doc. 3 Valeur théorique de la vitesse du son dans l'air en fonction de la température**

Pour une gamme de températures comprises entre  $\theta = -20 \text{ }^\circ\text{C}$  et  $\theta = 40 \text{ }^\circ\text{C}$  :

$$v_{\text{son}} = 331,5 + 0,607 \times \theta$$

en  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  ←      ← en  $^\circ\text{C}$

- 6) Comparer les 2 valeurs  $V_{\text{mesuré}}$  et  $V_{\text{théo}}$
- Pour que les valeurs correspondent il faut que la valeur théorique soit bien dans l'intervalle  $[V_{\text{mesuré}} - U(v) ; V_{\text{mesuré}} + U(v)]$

## 2. Modification du programme pour mesurer la distance.

- a) En utilisant la partie 1.c. donner une formule permettant de calculer la distance  $d$ .
  - b) Retrouver la ligne qui fait ce calcul dans le programme Arduino et recopier là. Quelle différence y a-t-il avec la formule que vous avez trouvée en (a) et pourquoi ?
  - c) Entrer dans le programme la vitesse moyenne qu'on a trouvée expérimentalement.
  - d) Téléverser le programme et tester votre capteur en mesurant la distance entre votre table et le plafond de la salle, puis de votre table au sol, en déduire la hauteur de la salle  $H$ .
- Vous avez fabriqué un télémètre à ultrason !