

Les jours d'orage, on a déjà tous observé un décalage temporel entre l'apparition d'un éclair et le bruit du tonnerre.

Certains disent qu'en mesurant ce décalage, on peut connaître la distance qui nous sépare de l'éclair.

On dispose d'une vidéo montrant ce phénomène :

[https://www.youtube.com/watch?v=CfGI\\_VRwuEc](https://www.youtube.com/watch?v=CfGI_VRwuEc)



**Problématique** : À quelle distance de l'observateur l'éclair s'est-il formé ?

[Source de l'activité](#)

1. **Observer** la vidéo et évaluer le décalage temporel  $t$  (s) entre le début de l'éclair et celui du tonnerre.

.....

2. **Proposer** une hypothèse expliquant ce phénomène.

.....

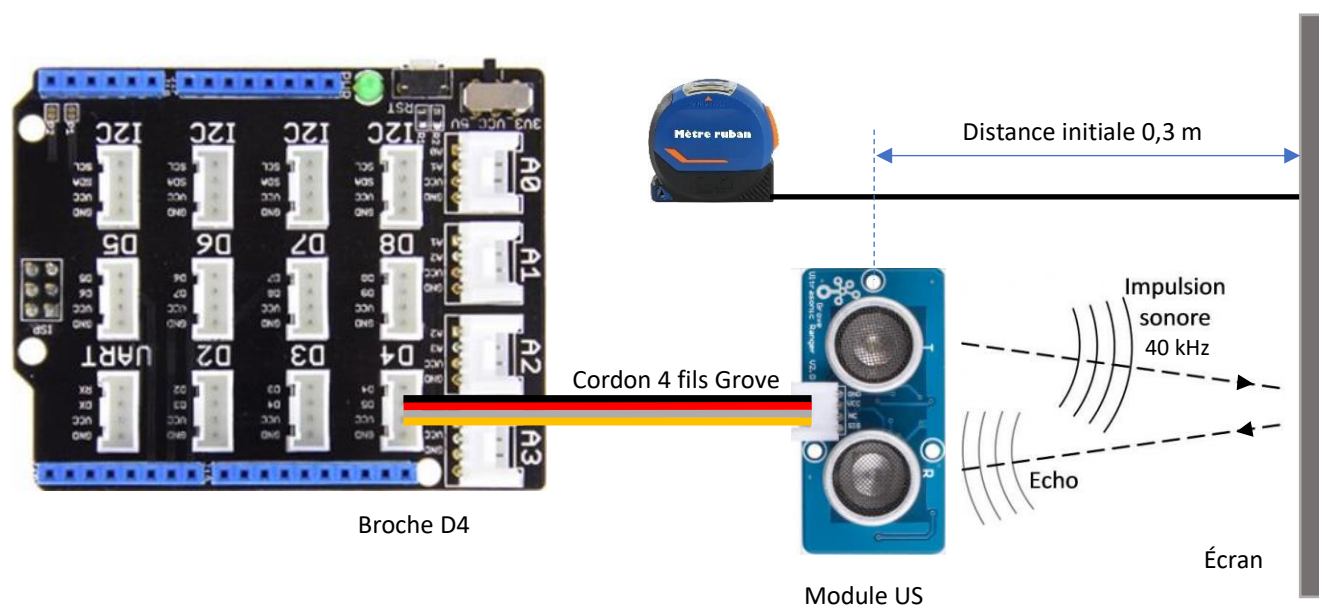
.....

.....

La réponse à la problématique impose de connaître la vitesse du son dans l'air.

Pour cela on va utiliser un module émetteur et récepteur à ultrasons.

3. **Réaliser** le montage.



Lire le paragraphe 1 du document annexe.

4. Ouvrir le fichier **duree-aller-retour.ino** puis expliquer brièvement le rôle du programme (s'appuyer sur les commentaires).

.....

.....

.....

5. Procéder aux réglages de la carte (paragraphe 2 du document annexe).

6. Ouvrir le moniteur série (  en haut à droite) puis vérifier que la vitesse de communication est de 9600 bauds.

7. Téléverser le programme dans la carte (  ) et observer le rendu sur le moniteur série pour une distance de 0,3 m.

8. Ouvrir le fichier **tableau\_à\_compléter.xlsx** puis recopier la première série de mesures obtenue.

9. Recommencer la procédure pour au moins cinq autres lignes du tableau.

10. Compléter les colonnes L et N avec des formules adaptées. Préciser ces formules pour la distance 1 :

Durée moyenne en s : ..... Distance parcourue par l'onde en m : .....

11. Obtenir le graphe de la distance parcourue par l'onde (en m) en fonction de la durée (en s).

12. Justifier qu'il est judicieux de faire un ajustement linéaire puis donner l'équation de la droite ajustée.

.....

.....

13. Préciser ce que l'on peut obtenir avec cette équation.

.....

.....

.....

14. Utiliser le résultat précédent pour répondre à la problématique.

.....

.....

.....

La vitesse du son dans l'air dépend de sa température. Sous une pression de 1 atmosphère :

Température (°C)	-5	0	5	10	15	20	25
Vitesse de propagation (m/s)	328,5	331,5	334,5	337,5	340,5	343,4	346,3

Le son ne se propage pas à la même vitesse dans tous les milieux :

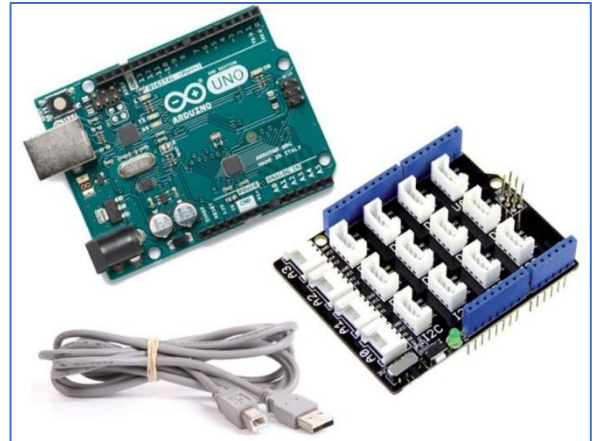
Milieu matériel	Air	Eau	Béton	Glace	Bois	Acier	Verre
Vitesse de propagation (m/s)	340	1500	3100	3200	3300	5200	5300

## Document annexe

### 1. La carte Arduino Uno, le shield Grove

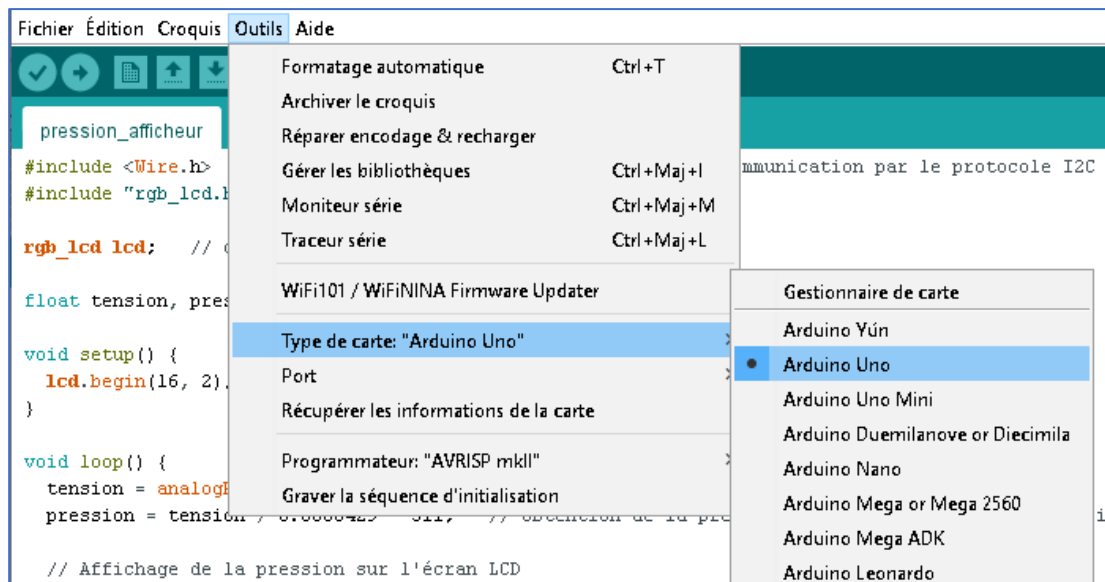
La carte Arduino est un microcontrôleur, c'est à dire une sorte de mini-ordinateur qui sert d'interface entre l'environnement (actions, mesures de grandeurs...) et un utilisateur. Elle se programme nativement dans un langage dérivé du C : le langage « Arduino ».

Le shield Grove permet de réaliser plus simplement des montages à l'aide de connexions spécifiques dites « Grove », notamment le module émetteur-récepteur à ultrasons.

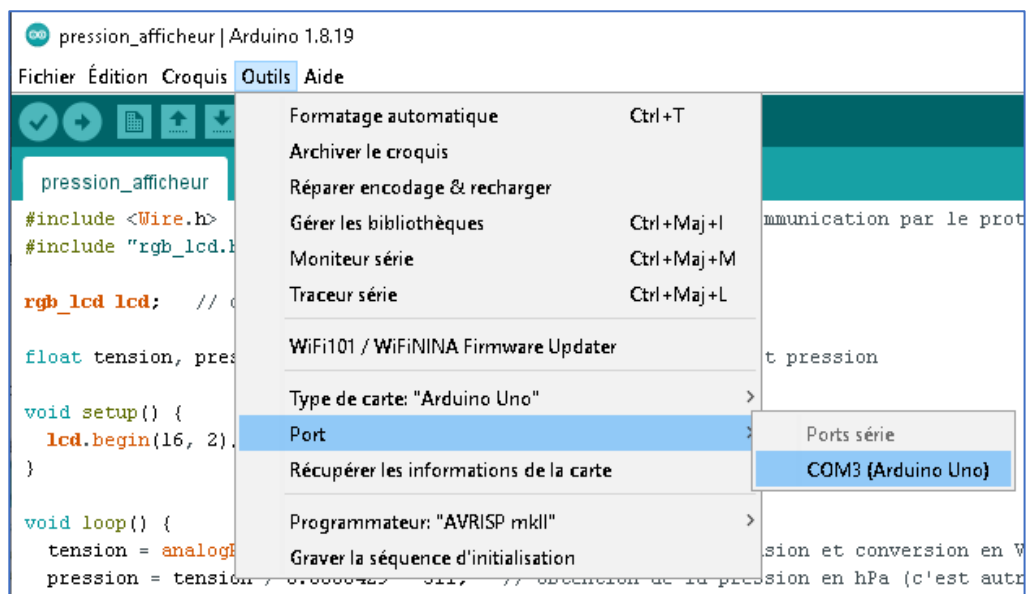


### 2. Le logiciel Arduino

Il est nécessaire de sélectionner la carte utilisée lors du TP. Aller dans le menu « Outils » et sélectionner « Arduino Uno ».



Il faut aussi choisir le port de communication, qui peut être différent selon l'ordinateur et le port USB utilisés :



### 3. Le programme du fichier `duree_aller_retour.ino`

```
duree_aller_retour

//variable :
int temps;

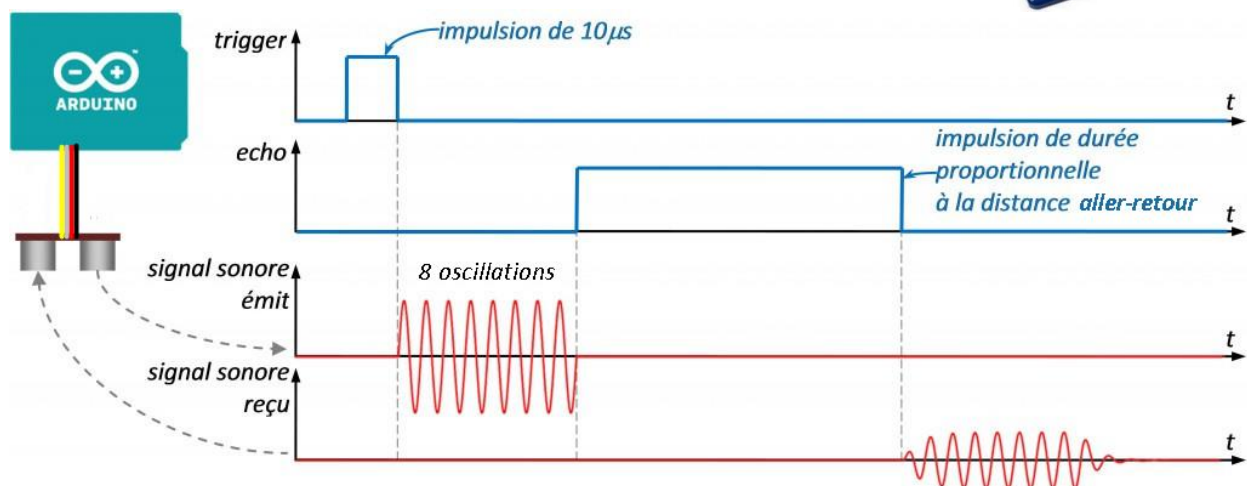
void setup()
{
  Serial.begin(9600);           // vitesse de communication avec le moniteur série
}

void loop()
{
  for (int i=0; i<10; i++)      // lancer d'une série de 10 mesures
  {
    //émission d'un pulse de 10 µs :
    pinMode(4, OUTPUT);         // émetteur US prêt à émettre une onde
    digitalWrite(4, HIGH);      // activation du déclencheur (trigger)
    delayMicroseconds(10);      // pendant 10 µs
    digitalWrite(4, LOW);       // fin trigger, émission de l'onde
    pinMode(4, INPUT);          // récepteur US prêt à recevoir l'onde

    //mesure de la durée :
    temps = pulseIn(4, HIGH);    // mesure de la durée aller-retour
    Serial.print("durée de l'aller-retour :"); // écriture de la durée aller-retour
    Serial.print(temps);
    Serial.println(" µs");      // en µs
    delay(1000);                // délai de 1000 ms avant la mesure suivante
  }
  while(1);                     // arrêt des mesures
}
```

### 4. Le principe du module émetteur-récepteur à ultrasons

Ce capteur fonctionne avec une tension de 3,3 à 5 volts, dispose d'un angle de mesure de 15° environ et peut mesurer des distances entre 2 cm et 3,5 m avec une résolution de 1 cm.



1. Initialisation de la mesure par le déclenchement d'une impulsion de 10 µs.
2. Émission d'une **onde sonore** très courte (8 oscillations de **fréquence 40 kHz**).
3. Lorsque cette onde est partie, génération du signal « *echo* ».
4. Dès que l'onde sonore revient, elle est détectée par le récepteur et le signal « *echo* » passe à l'état LOW.

C'est la durée à l'état haut du signal « *echo* » qui correspond à la durée du trajet aller-retour de l'onde sonore.

## Résultats expérimentaux

mesures n°	durées en $\mu\text{s}$										durée moyenne en s	distances	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		écran émetteur en m	parcourue par l'onde en m
distance 1	1585	1585	1585	1585	1585	1585	1585	1586	1585	1586	0,00159	0,3	0,6
distance 2	2224	2224	2218	2224	2223	2223	2224	2223	2224	2223	0,00222	0,4	0,8
distance 3	2813	2814	2814	2820	2814	2814	2813	2820	2813	2813	0,00281	0,5	1
distance 4	3388	3388	3389	3382	3382	3388	3365	3388	3382	3383	0,00338	0,6	1,2
distance 5	3974	3974	3975	3982	3975	3975	3975	3975	3975	3974	0,00398	0,7	1,4
distance 6	4538	4538	4539	4539	4539	4538	4538	4537	4532	4531	0,00454	0,8	1,6
distance 7	5198	5198	5197	5198	5198	5200	5193	5199	5199	5198	0,00520	0,9	1,8
distance 8	5719	5717	5717	5717	5718	5716	5698	5723	5724	5724	0,00572	1	2
distance 9	6323	6324	6317	6325	6325	6297	6326	6325	6318	6300	0,00632	1,1	2,2
distance 10	6926	6951	6933	6927	6928	6926	6926	6925	6925	6932	0,00693	1,2	2,4

