

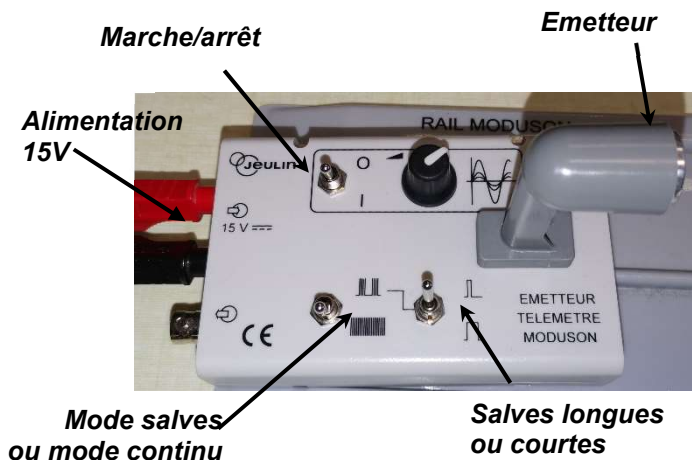
## TP ONDE ULTRASONORE

### Matériel disponible sur chaque paillasse :

- L'interface d'acquisition Foxy



- Un émetteur d'ultrason. Il peut émettre un flot continu d'ultrasons ou des bips successifs d'ultrasons (mode salve)



- Deux récepteurs d'ultrasons et une réglette graduée sur laquelle on peut placer émetteur et récepteurs



### Pour commencer :

- Alimenter l'émetteur d'ultrasons avec une tension continue de 15V
- Brancher l'interface FOXY à votre ordinateur ou sur un ordinateur fixe du lycée.
- Ouvrir le dossier de l'ordinateur D : (Foxy) puis W / et lanceurfoxy.exe. Dans la fenêtre qui s'ouvre sélectionner généraliste, et attendre le clicliclic caractéristique que fait l'interface quand elle est bien détectée.

***Pour chaque partie qui suit, la rédaction soignée d'un compte-rendu est attendue : description de l'expérience réalisée, commentaires, résultats (courbes observées et valeurs numériques des résultats obtenus) et réponses à l'objectif de chaque partie.***

***Ce compte-rendu peut être numérique si vous le souhaitez de façon à intégrer copies d'écran et photos du dispositif.***

### 1. Mesure de la période et de la fréquence des ultrasons

**Objectif :** En utilisant l'émetteur d'ultrasons en mode continu, enregistrer quelques périodes de l'onde ultrasonore à l'écran et procéder à la mesure puis au calcul de la fréquence

#### Réglages :

- Sélectionner le mode continu pour l'émetteur d'ultrasons
- Placer le récepteur d'ultrason face à l'émetteur. Le brancher à la voie 1 de l'interface FOXY.
- Régler les paramètres d'acquisition de l'atelier scientifique
  - En abscisses le temps (glisser l'icône chronomètre)  
Durée totale 100  $\mu$ s, nombre de points : 1000
  - En ordonnée : la voie 1  
Calibre  $\pm 0,25$  V (en cas de saturation, il faudra revenir là-dessus et passer à  $\pm 5$  V)  
Affichage : liaison-trait (points reliés)
- Démarrer l'acquisition en cliquant sur le point vert.

**Exploitation :** à l'aide du réticule (clic droit et choisir pointeur) mesurer avec précision la durée de plusieurs périodes à l'écran, puis par division en déduire la valeur d'une période.

Calculer la fréquence, s'assurer que c'est bien un ultrason.

## 2. Mesure de la longueur d'onde de l'onde ultrasonore

**Objectif : En utilisant 2 récepteurs d'ultrasons côte à côte, décaler progressivement un récepteur par rapport à l'autre, observer le décalage des courbes, en déduire la valeur de la longueur d'onde.**

### Réglages :

- Conserver le mode continu pour l'émetteur d'ultrasons
- Placer les deux récepteurs d'ultrason côte à côte, face à l'émetteur.
- Brancher un récepteur à la voie 1 de l'interface FOXY.
- Brancher l'autre récepteur à la voie 2 de l'interface FOXY
- Régler les paramètres d'acquisition de l'atelier scientifique
  - En abscisses le temps (chronomètre)  
Durée totale 100  $\mu$ s, nombre de points : 1000  
Sélectionner balayage continu  
Synchronisation : voie de synchronisation choisir voie 1 et niveau 0,1V

*Remarque : ces réglages signifient que l'ordinateur déclenche son acquisition dès que la tension sur la voie 1 augmente et dépasse 0,1V. Il affiche alors 1000 points pris en 100  $\mu$ s. Dès que c'est fait il recommence.*

- En ordonnée : la voie 1 et la voie 2  
Calibre : même calibre pour les deux voies  $\pm 0,25$  V  
Affichage : liaison-trait (points reliés)

### Réalisation de la mesure :

- Placer les récepteurs de façon à observer les deux courbes en phase
- Reculer légèrement le récepteur 2 par rapport au 1. Observer le déphasage à l'écran. Poursuivre jusqu'à retrouver des courbes en phase. Vous avez parcouru une longueur d'onde.
- Fixer le récepteur 1 face à une graduation choisie.
- Avec soin et précision, reculer le récepteur 2 (sans bouger le 1) et mesurer la distance L de 10 longueurs d'onde. En déduire la valeur de  $\lambda$
- En utilisant la fiche de cours, évaluer l'incertitude  $U(L)$  sur la mesure de la distance L.
- Lorsqu'on divise L par 10 pour trouver  $\lambda$ , l'incertitude sur L est également divisée par 10. En déduire l'écriture de la longueur d'onde sous la forme  $\lambda \pm U(\lambda)$

## 3. Calcul de la célérité.

La longueur d'onde  $\lambda$  et la période sont liées par la relation  $\lambda = v \times T$   
Utiliser cette relation pour déterminer la valeur de la célérité v de l'onde ultrasonore.

## 4. Mesure expérimentale de la célérité de l'onde ultrasonore

**Objectif : En utilisant l'émetteur d'ultrasons en mode salve, mesurer le retard de l'onde ultrasonore entre deux récepteurs décalés. En déduire la célérité.**

### Réglages :

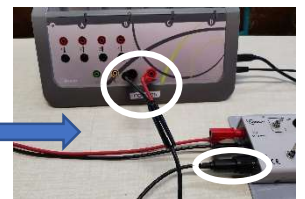
- Sélectionner le mode salve pour l'émetteur d'ultrasons
- Relier l'émetteur aux bornes synchro et masse de la FOXY
- Placer le premier récepteur d'ultrason face à l'émetteur. Le brancher à la voie 1 de l'interface FOXY.
- Placer le 2<sup>ème</sup> récepteur d'ultrason 50 cm plus loin. Le brancher à la voie 2 de la FOXY
- Régler les paramètres d'acquisition de l'atelier scientifique
  - En abscisses le temps (chronomètre)  
Durée totale 5ms, nombre de points : 1000  
Décocher balayage continu  
Synchronisation : voie de synchronisation externe, niveau 0,1V

*Cette fois-ci l'enregistrement démarre quand l'émetteur envoie la salve d'ultrason, et on visualise la réception de cette salve sur chaque récepteur. La durée d'enregistrement est plus longue car veut voir l'intégralité de la salve et le silence qui suit.*

- En ordonnée : la voie 1 et la voie 2
- Style : liaison-trait (points reliés)

### Réalisation de la mesure :

- Déterminer avec précision le temps mis par l'ultrason pour se propager du premier au deuxième récepteur.
- Que se passerait-il avec une distance différente ? Tester et vérifier votre hypothèse.
- Calculer la célérité de l'onde ultrasonore et comparer avec la valeur précédente (partie 3.).



- Détermination de l'incertitude sur la célérité

Rappel : Lors d'un calcul par division ( $G = \frac{a}{b}$ ), l'incertitude sur le résultat se détermine de la façon suivante

$$U(G) = G \times \sqrt{\left(\frac{U(a)}{a}\right)^2 + \left(\frac{U(b)}{b}\right)^2}$$

- Evaluer l'incertitude sur la mesure de votre distance :  $U(d)$  (fiche → double lecture)
- Evaluer l'incertitude sur la mesure de votre durée  $U(\Delta t)$  (→ estimation individuelle)
- Calculer l'incertitude sur la célérité du son
- Ecrire le résultat sous la forme  $v \pm U(v)$

5. **Pour les plus rapides : Arduino :** Utilisation de la célérité pour fabriquer un radar de recul

## TP : CONSTRUIRE UN RADAR DE REcul

On dispose d'un composant électronique formé par un émetteur et un récepteur d'ultrasons côte à côte. L'émetteur émet un bref ultrason qui se propage dans l'air, se réfléchit sur un obstacle et revient vers le récepteur. C'est le principe de l'écho. Ce composant va nous permettre de fabriquer un radar de recul

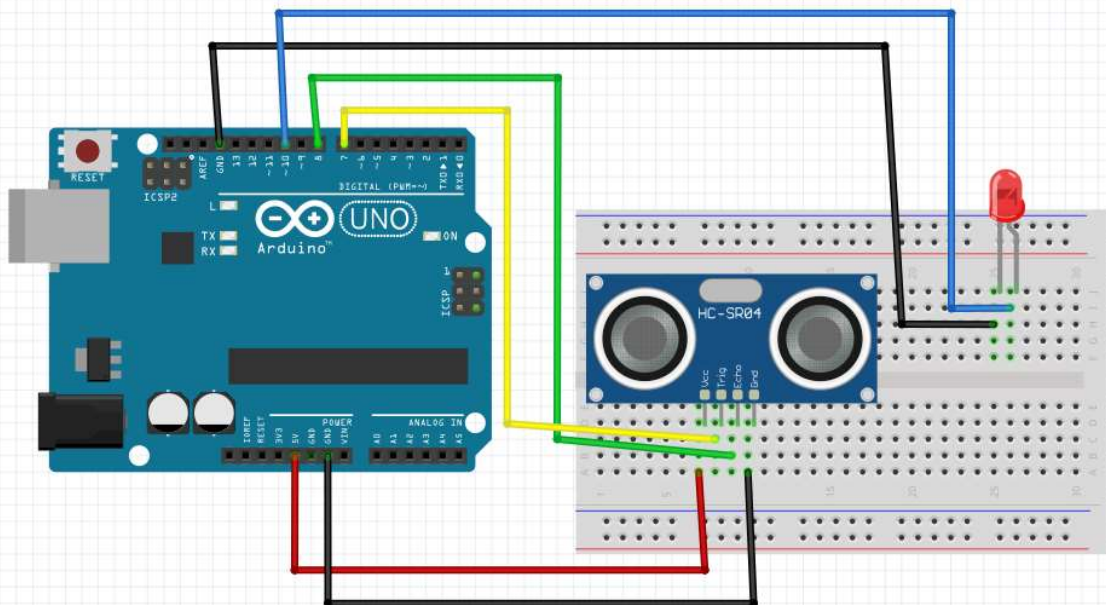


Pour en savoir davantage sur ce composant, visionner la vidéo (en lien via l'ENT / partie python-arduino) : [https://youtu.be/gNgSoQ\\_W3Yc](https://youtu.be/gNgSoQ_W3Yc)

1. Schématiser une situation d'écho (sonore ou ultrasonore)
2. Rappeler la valeur de la célérité mesurée précédemment pour l'onde ultrasonore (partie 3 et 4)
3. Dans le cadre d'un écho, exprimer la distance  $D$  entre l'émetteur/récepteur et l'obstacle réfléchissant en fonction de la durée  $\Delta t$  de propagation et la célérité  $v$  de l'onde.

**Objectif :** construire un radar de recul, qui allume une DEL lorsqu'un obstacle se situe à moins de 25 cm.

Réaliser le montage schématisé



**Points importants du montage :** chacune des 4 bornes du composant est relié à une borne de l'arduino.

Bornes 1 (la plus à gauche) et 4 (la plus à droite) assurent l'alimentation du composant : celle de gauche à relier à une entrée 5V de l'arduino (fil rouge) celle de droite à relier à la masse GND (fil noir)

Borne 2 : trigger : déclenche l'émission de l'ultrason quand on la met en état 'haut', à relier à une entrée digitale (ici la 7 avec le fil jaune)

Borne 3 écho : réceptionne le retour de l'ultrason, à relier à une autre entrée digitale (ici la 8 avec le fil vert)

La LED est elle-aussi reliée à l'arduino, branche longue sur une entrée digitale, (ici la 10 fil bleu) et branche courte à la masse GND (fil noir)

## Programme arduino :

Télécharger puis ouvrir dans le logiciel arduino le programme déposé sur pronote : radar de recul.

Ce code permet d'enregistrer dans la variable temps, la durée  $\Delta t$  de l'écho en  $\mu s$

Les commentaires vous aident à comprendre le code si vous le souhaitez mais vous ne devez pas modifier les lignes jusqu'à **distance =** .

```
int trigger=7; //numéro de la broche qui déclenche la salve d'ultrasons
int echo=8; //numéro de la broche qui reçoit l'écho
int LED=10; // broche qui déclenche l'alerte
float distance; //distance de l'obstacle en cm
float temps; // durée de l'écho en microseconde

void setup() {
  Serial.begin(9600); // liaison avec le moniteur série pour visualiser le résultat de l'écho
  pinMode(trigger,OUTPUT); //broche déclenchement en sortie fait partir l'US
  pinMode(echo,INPUT); // broche écho en entrée réceptionne l'arrivée de l'US
  pinMode(LED,OUTPUT); // broche LED en sortie
}

void loop() {
  // envoie d'une impulsion de 10 microsecondes sur le trigger
  digitalWrite(trigger,LOW);
  delayMicroseconds(100);
  digitalWrite(trigger,HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigger,LOW);

  temps = pulseIn(echo,HIGH); // enregistre la durée de l'aller retour
  distance = ;

  // if (test à compléter) { //penser à décommenter la ligne
  //  instruction à saisir ;
  // } // allumage de la LED si ...

  Serial.print(distance); // affiche la distance sur le moniteur série
  Serial.println(); // passe à la ligne
}}
```

- Compléter le code (ligne distance = ...) pour calculer dans la variable distance, la distance d entre le composant et l'obstacle.
- Téléverser le code dans l'arduino
- Afficher la valeur calculée dans le moniteur série (loupe en haut à droite) et vérifier que la détermination de distance est correcte
- Compléter les lignes de test (if...) de façon à faire allumer la LED si la distance est inférieure à 25 cm (rappel : instruction pour allumer une LED : digitalWrite(10,HIGH);et pour l'éteindre digitalWrite(10,LOW)
- Si ce n'est pas encore fait, décommenter la ligne de test
- Téléverser ce code dans l'arduino,
- Vérifier que votre radar de recul fonctionne bien

