

**FICHE 1**

**Fiche à destination des enseignants**

| <b>Titre</b>                                | <b>Un radar de recul</b>                        |   |
|---|---|---|
| <b>Type d'activité</b>                      | <b>Activité expérimentale</b>                   |   |
| <b>Programme</b>                            | <b>Notions et contenus du programme de 1ère</b> | <b>Compétences exigibles du programme de 1ère</b>   |
|   | Célérité d'une onde. Retard.                    | Exploiter la relation entre la durée de propagation, la distance parcourue par une perturbation et la célérité, notamment pour localiser une source d'onde.<br><b>Déterminer la célérité d'une onde dans des situations variées, par exemple : onde sonore, onde le long d'une corde ou d'un ressort, onde à la surface de l'eau.</b> |
| <b>Compétences</b>                          | Raisonner                                       | Proposer un protocole<br>Analyser un code et le modifier  |
|   | Réaliser  | Réaliser le dispositif expérimental   |
|   | Valider   | Identifier des sources d'erreur, estimer une incertitude, comparer à une valeur de référence  |
| <b>Commentaires sur l'activité proposée</b> |   |   |
| <b>Durée</b>                                | 2h  |   |
| <b>Pré requis</b>                           |   |   |

## FICHE 2

### Fiche à destination des élèves

« Sans les mains ! C'est de cette manière que vous pourrez, peut-être très bientôt, conduire votre prochaine voiture... ». Cette phrase évoque ici la voiture autonome dont la commercialisation sera lancée aux alentours de 2020.

Cette voiture « se conduira seule », car elle aura une perception globale de son environnement grâce à la contribution de plusieurs capteurs : télémètre laser à balayage (LIDAR\*), caméra, capteurs à infrarouge, radars, capteurs laser, capteurs à ultrasons, antenne GPS ...

\*LIDAR = Light Detection And Ranging

Un odomètre mesure la distance parcourue par la voiture.

**L'objectif de ce TP est d'étudier plus particulièrement les capteurs ultrasons présents dans une voiture autonome et de modéliser le radar de recul de ces voitures.**

### Partie 1 : Mesure de la célérité des ultrasons

#### Travail à faire :

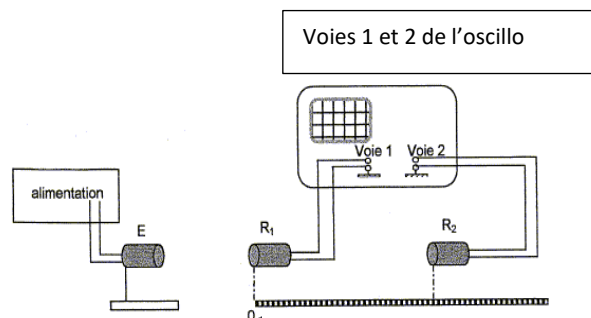
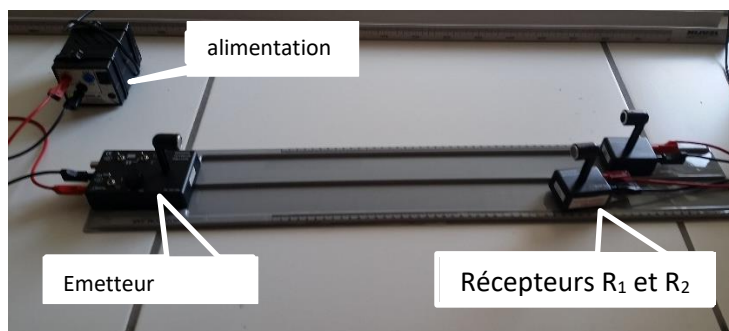
- Proposer et réaliser un protocole permettant d'effectuer une mesure de la célérité des ultrasons dans l'air en estimant l'incertitude de la mesure (on essaiera bien sûr de la réduire au maximum !).
- Comparer la valeur obtenue à la valeur théorique.

#### Document 1 : Matériel

Un oscilloscope, un émetteur (avec boîtier de contrôle) et un récepteur à ultrasons ; une alimentation 12V pour l'émetteur ; des fils de connexions ; un décimètre.

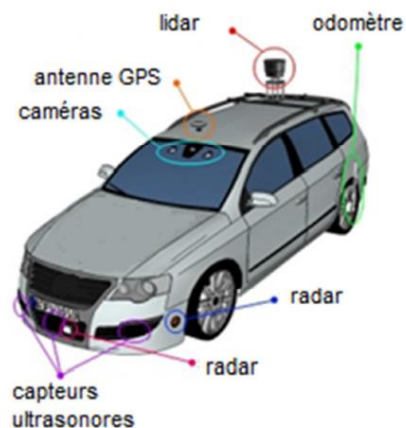
#### Document 2 : Montage de l'émetteur US

Émetteurs et récepteurs US utilisent des capteurs piézoélectriques. L'émetteur fourni est capable d'émettre des ultrasons par salves. Il doit pour cela être alimenté par un boîtier de contrôle comme sur le schéma et l'image ci-dessous. Il n'y a aucune raison en revanche d'alimenter un récepteur !!



#### Document 3 : Obtenir un signal avec un oscilloscope numérique

Vous allez réaliser vos expériences avec un oscilloscope numérique. Voir la notice concernant les réglages de l'oscilloscope numérique.



#### Document 4 : Célérité du son

Un modèle théorique donne pour la célérité du son dans l'air l'expression suivante :  $v_{\text{theo}} = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$

- avec :
- T température absolue de l'air en K,
  - R constante des gaz parfaits :  $R = 8,314$  SI
  - $\gamma$  est un coefficient sans unité qui dépend du gaz, pour l'air ambiant :  $\gamma = 1,40 \cdot 10^3$
  - M masse molaire du gaz, pour l'air ambiant :  $M = 29$  g/mol

Dans le cas des ondes sonores, on considérera en première approximation que la célérité dans l'air des sons audibles est la même que celle des ultrasons

#### Document 5 : Incertitude relative

L'expression de la célérité du son étant  $v = \frac{d}{\tau}$  (où  $d$  est la distance parcourue et  $\tau$  la durée mise par le son pour parcourir la distance  $d$ ), l'incertitude relative  $\frac{\Delta v}{v}$  peut se calculer de la manière suivante :

$$\frac{\Delta v}{v} = \sqrt{\left(\frac{\Delta d}{d}\right)^2 + \left(\frac{\Delta \tau}{\tau}\right)^2} \text{ où } \Delta d \text{ et } \Delta \tau \text{ sont les incertitudes absolues sur les mesures de distance et de temps.}$$

### Partie 2 : Modélisation du radar de recul d'une voiture avec Arduino

#### Travail à faire :

- Réaliser le circuit et modifier le code Arduino pour faire afficher la distance en cm puis en m.
- Ajouter un buzzer dans le circuit et modifier le code afin de modéliser le radar de recul des voitures.

#### Document 1 : Radar de recul

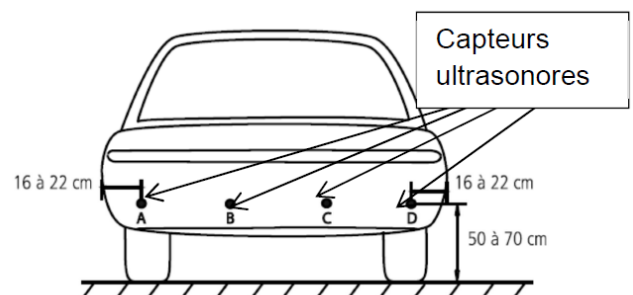
La voiture du futur « se conduira seule », car elle aura une perception globale de son environnement grâce à la contribution de plusieurs capteurs : télémètre laser à balayage (LIDAR\*), caméra, capteurs à infrarouge, radars, capteurs laser, capteurs à ultrasons, antenne GPS ...

On s'intéressera ici uniquement aux capteurs ultrasonores.

Les capteurs ultrasonores sont tous constitués d'un émetteur qui génère une onde pouvant se réfléchir sur un obstacle et d'un capteur qui détecte l'onde réfléchi. Le capteur permet de mesurer la durée entre l'émission et la réception de l'onde après réflexion sur l'obstacle.

#### Extrait d'une notice de « radar de recul » (aide au stationnement)

- En marche arrière le « radar de recul » se met en fonction automatiquement.
- L'afficheur indique la distance de l'obstacle détecté pour des valeurs comprises entre 0,3 m et 2 m.
- L'afficheur dispose d'un buzzer intégré qui émet un signal sonore dont la fréquence évolue en fonction de la distance à l'obstacle.



#### Document 2 : Arduino

Arduino est un **circuit imprimé** sur lequel se trouve un **microcontrôleur** (microprocesseur + mémoire+ interface de gestion des entrées/sorties) qui peut être programmé pour analyser et produire des **signaux électriques**.

Pour plus de détails sur les circuits et le code, voir notice.

### Document 3 : Circuit et code Arduino pour déterminer la distance séparant des capteurs ultrasons et un obstacle

```
//Calcul de la distance séparant les capteurs ultrasons et un obstacle

const byte emetteur = 2; //branché sur trig du HC-SR04
const byte recepteur = 3; //branché sur echo du HC-SR04
const unsigned long dureeEcho; //variable type long
/* Vitesse du son dans l'air en mm/us */
const float VitesseSon = ..... / 1000; //indiquer la valeur trouvée précédemment

/* Constantes pour le timeout */
const unsigned long tempsMax = 25000UL; // 25ms soit 8m à 340m/s

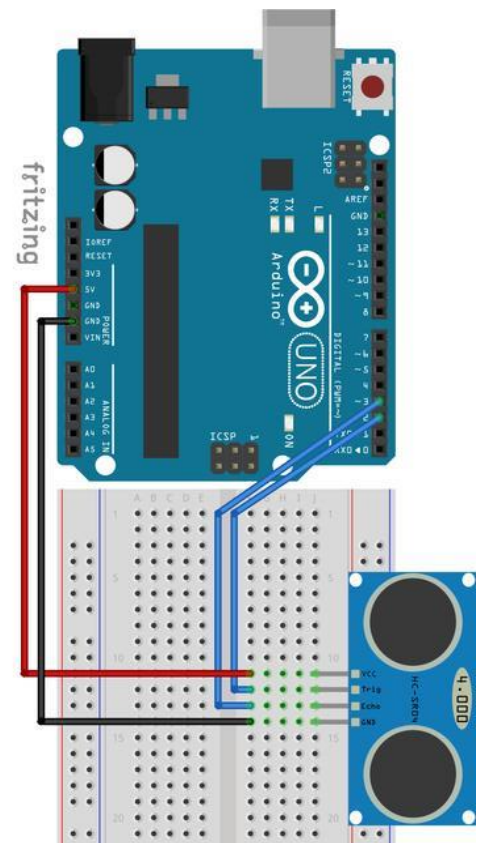
void setup() {
  Serial.begin (9600);
  pinMode(emetteur, OUTPUT);
  pinMode(recepteur, INPUT);
  digitalWrite(emetteur,LOW);
}

void loop() {
  //Émission d'un pulse ultrason sur la pin 13: emetteur allumé pour 10 microsecondes
  digitalWrite(emetteur, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(emetteur, LOW);

  //Mesure de la durée entre émission-réception de l'écho sur la pin 12
  int dureeEcho = pulseIn(recepteur, HIGH,tempsMax);
  //Calcul la distance à partir du temps mesuré
  float distance_mm = dureeEcho / 2.0 * VitesseSon ;

  //Affiche les résultats en mm
  Serial.print("Distance: ");
  Serial.print(distance_mm);
  Serial.println("mm");

  delay (1000);
}
```



#### Branchements :

- VCC → 5V
- Trig → broche 2
- Echo → broche 3
- GND → GND

### Document 4 : Buzzer et code Arduino

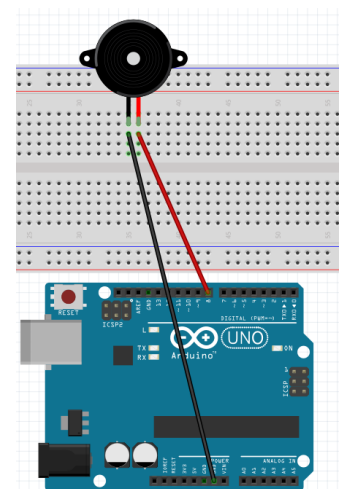
Pour générer un signal qui produit un son avec un haut-parleur, on utilise la fonction `tone()`. Cette fonction permet de générer un signal carré correspondant à la fréquence voulue.

Comment utiliser cette fonction :

- Mettre le pin concerné en mode OUTPUT.
- Appeler ensuite la fonction soit en utilisant `tone(n°pin, fréquence)` ou `tone(n°pin, fréquence, durée)`. La valeur de durée est en millisecondes. Si on ne met pas de durée, le son continue à l'infini.
- Pour arrêter le son, on fait appel à la fonction `noTone(n°pin)`, qui va stopper le son sur le pin concerné.



Pour brancher le buzzer, relier la borne + à la broche (pin) choisie et la borne – à GND.



Montage