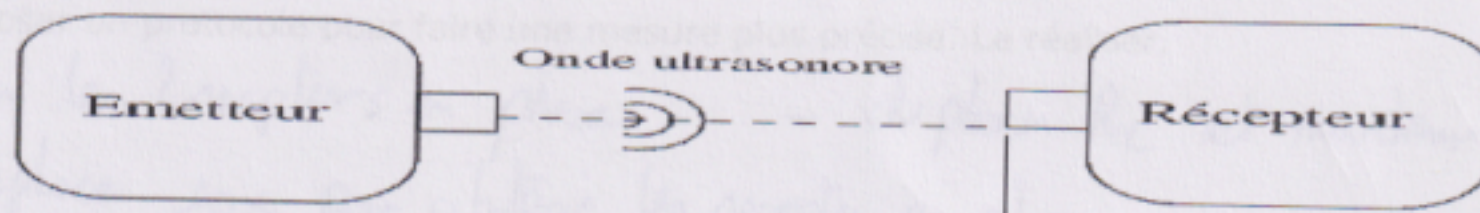


Capacités expérimentales mises en œuvre :

- Mesure de la période T , de la longueur d'onde λ et de la célérité d'une onde ultrasonore à partir d'une chaîne de mesure

I. Mesure de la période des ultrasons**Protocole :**

- Placer le récepteur R_1 sur la graduation 0 en face de l'émetteur E
- Ouvrir le logiciel Latispro et effectuer les réglages suivants :
 - ♦ Activer l'entrée analogique EA0 puis la renommer UR1. Choisir comme style (trait).
 - ♦ Cocher **mode périodique** avec 11 périodes
 - ♦ Préciser le **déclenchement** source : UR1(EA0) ; sens : montant ; pré-Trig à 0 %
- Lancer l'acquisition en appuyant sur F10
- Ajuster l'échelle

Appeler le professeur pour vérification.**REA**1a. Proposer un protocole pour mesurer la période T du signal de manière précise**APP**

- A l'aide du réseau de Latispro se placer sur le point du signal la plus haute
- Se déclencher par ouvrir 10T
- calculer T

b. Réaliser le protocole et déterminer la valeur de T **REA**

$$10T = 260,3 \mu s$$

$$T = 26,03 \mu s$$

$$c) f = \frac{1}{T} = \frac{1}{26,03 \times 10^{-3}} \approx 40'000 \text{ Hz}$$

$$\approx 40 \text{ kHz}$$

Aide Latispro :**Pour renommer les entrées analogiques EA0, EA1... :**

- faire un clic droit sur l'inscription EA0 en ordonnée du graphique, sélectionner Propriétés et modifier le nom de EA0.

Pour mesurer une durée entre deux points:

- "clic-droit" puis réticule
- "double-clic" sur le premier point choisit comme origine : il a pour coordonnées (0 ; 0)
- déplacer la souris sur le second point pour avoir ses coordonnées

II. Mesure de la longueur d'onde des ondes ultrasons**Protocole :**

- Brancher un second récepteur R_2 à la carte d'acquisition : la borne rouge sur EA4 de la carte d'acquisition et la borne noire sur la masse afin de mesurer la tension du signal aux bornes du récepteur R_2 .
- Placer le récepteur R_2 à côté de R_1 sur la graduation 0
- Effectuer sur Latispro les réglages suivants :
 - ♦ Activer l'entrée analogique EA4 puis la renommer UR2. Choisir comme style (trait)
 - ♦ Cocher **mode permanent**
- Lancer l'acquisition en appuyant sur F10
- Ajuster l'échelle
- Déplacer le récepteur R_2 tout au long de la règle, l'autre restant fixe. Observer

- Repérer une position du récepteur R_2 pour laquelle les deux signaux sont en phase (c'est-à-dire qu'ils se superposent) puis déplacer ce récepteur de manière à trouver l'autre position la plus proche pour laquelle les signaux sont en phase.

1. À quoi correspond alors la distance entre ces deux positions ?

c'est λ , la période spatiale (longueur d'onde)

2. Proposer un protocole pour faire une mesure plus précise. Le réaliser.

- placer les 2 récepteurs en phase
- déplacer R_2 et maintenir R_1 fixe
- se déplacer 10x pour obtenir les récepteurs en phase, on a $\lambda = 9,2 \text{ cm}$

3a. À l'aide des mesures précédentes (I et II) déterminer la célérité v des ultrasons dans l'air.

$$10\lambda = 9,2 \text{ cm} \quad \lambda = 0,92 \text{ cm}$$

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{0,92 \times 10^{-2}}{26,03 \times 10^{-6}} = 353 \text{ m/s}$$

b. Calculer la valeur théorique de la vitesse du son à l'aide de la formule $v_{\text{théo}} = 331,5 + 0,607 \times \theta$ avec θ la température de l'air

$$\theta = 20^\circ \text{C}$$

$$v_{\text{théo}} = 331,5 + 0,607 \times 20 = 343,64 \text{ m/s}$$

c. À la maison : Calculer la moyenne et l'incertitude de type A en utilisant les valeurs de vos camarades (utiliser le TP6B lentilles convergentes pour la méthode)

gpe	1	2	3	4	5	6	7	8
Vitesse m.s-1								

d. Écrire le résultat sous la forme $v_{\text{exp}} = \bar{v}_{\text{exp}} ; U(v_{\text{exp}})$ avec le bon nombre de chiffre significatif (1 seul pour l'incertitude attention)

$$\text{si } \bar{v}_{\text{exp}} = 346,0234$$

$$\sigma = 11,1536$$

avec 8 valeurs

$$U(v) = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} = \frac{11,1536}{\sqrt{8}}$$

$$[\bar{v}_{\text{exp}} = 346 \text{ m/s} ; U(v_{\text{exp}}) = 4 \text{ m/s}]$$

$$U(v) = 3,717 = 4 \text{ m/s}$$

e. Calculer le z-score et discuter de la valeur obtenue.

$$z\text{-score} = \frac{|v_{\text{exp}} - v_{\text{th}}|}{U(v)} = \frac{346 - 343,64}{4} = 0,59 < 2 \text{ la valeur est acceptable}$$

f. Indiquer les sources d'erreurs.

→ Détermination de T avec le rétro-écho pas précis

→ Détermination de λ avec la règle pas précise

TP2C

Mesure d'une distance à l'aide d'un microcontrôleur (Arduino)

Un télémètre à ultrasons est un instrument qui permet de mesurer la distance séparant un observateur d'un objet en utilisant des ondes sonores.

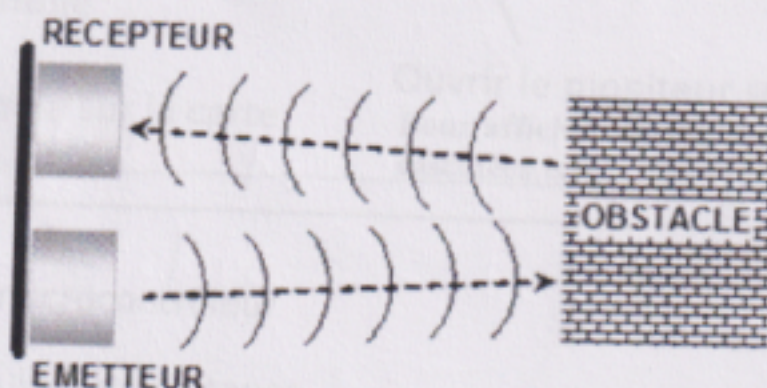
Objectif : Mesurer une distance avec un capteur à ultrason et un microcontrôleur

Document 1 : Capteurs à ultrasons

Les ultrasons sont des ondes sonores de fréquences supérieures à 20kHz, ils ne peuvent pas être perçus par l'oreille humaine.

La mesure par ultrasons utilise un capteur composé d'un émetteur et d'un récepteur d'ultrasons placés côte à côte. Le but d'un télémètre est d'évaluer la distance entre le capteur et l'obstacle

L'émetteur produit un train d'onde ultrasonore qui se propage en ligne droite dans le milieu environnant. Quand cette onde rencontre un obstacle, elle va se réfléchir et se rediriger vers le récepteur où elle sera captée. Le dispositif mesure donc la durée qui s'est écoulée entre l'émission et la réception de l'onde. C'est à partir de cette durée que le télémètre va pouvoir calculer la distance qui le sépare de l'obstacle, ces outils sont très utilisés dans les radars de recul des voitures.



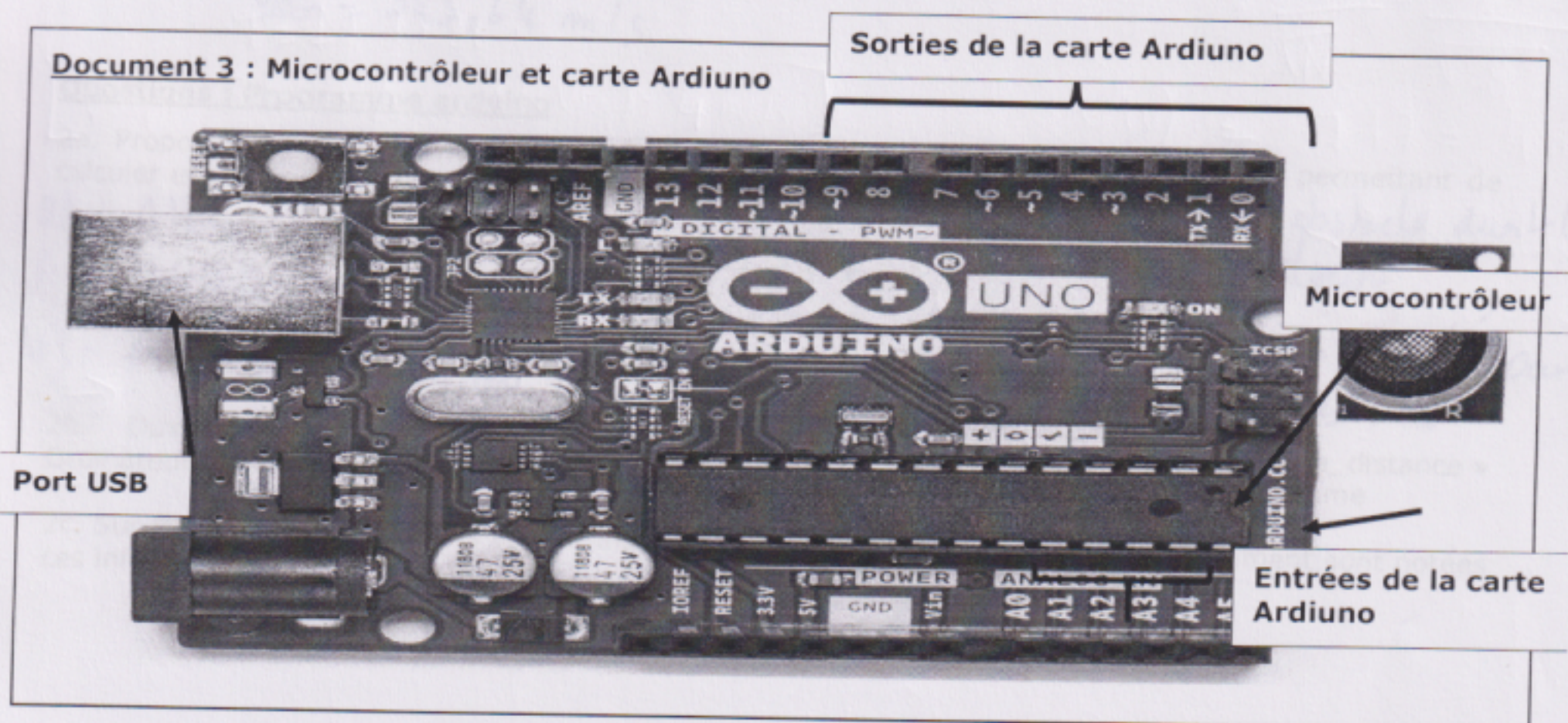
Document 2 : Module d'émission et de détection aux ultrasons

Ce petit module émet des ondes ultrasonores de fréquence 40 kHz sous la forme d'impulsion de 10 microsecondes. Il est capable de mesurer l'intervalle de temps séparant l'émission et la réception de cette impulsion. Pour cela, il dispose de 4 broches de connexion :

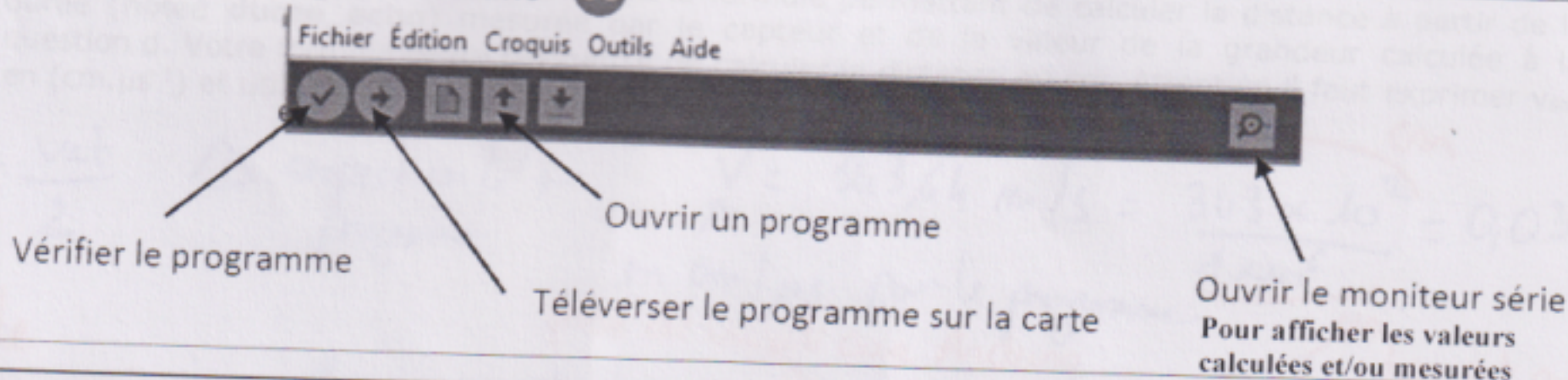
- V_{CC} = alimentation + 5 V (en courant continu) ;
- Trig = sortie émission de l'impulsion ultrasonore ;
- Echo = entrée réception de l'impulsion ultrasonore ;
- GND = masse de l'alimentation ;

Ce capteur est ensuite relié à un microcontrôleur monté sur une carte de type Arduino, à l'aide d'une plaque d'essai et de fils de connexion

Document 3 : Microcontrôleur et carte Arduino



Document 4 : Logiciel Arduino



Document 5 : Matériel mis à votre disposition

- ♦ Un montage comprenant le capteur à ultrasons relié au microcontrôleur
- ♦ Un obstacle (un écran)
- ♦ Le programme à exécuter par la carte Arduino pour calculer une distance
- ♦ Un mètre ruban

Questions compréhension du télémètre

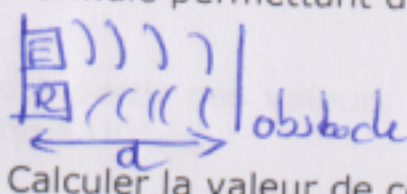
1a. Doc1. Quelle est la grandeur que doit déterminer le télémètre ?

le télémètre mesure une distance (d)

1b. A partir de quelle grandeur mesurée le télémètre calcule la grandeur recherchée?

il mesure le tps entre la réception et l'émission de l'onde

1c. En déduire la grandeur manquante permettant de réaliser un télémètre avec ce capteur. Donner une formule permettant de calculer cette grandeur.

il manque donc v onde
Donc - relation $d = \frac{v \times t}{2}$

$$v = \frac{2d}{t}$$

1d. Calculer la valeur de cette grandeur manquante à partir de la relation suivante :

$V_{\text{son}} = 331,5 + 0,607 \times \theta$ avec θ la température du milieu en degré Celsius ($\theta = 20^\circ\text{C}$).

$$V_{\text{son}} = 343,64 \text{ m/s}$$

Questions : Programme arduino

2a. Proposer, à l'aide du matériel mis à votre disposition, un protocole expérimental permettant de calculer et afficher la distance entre le capteur à ultrasons un obstacle.

- 1) placer un obstacle devant le télémètre*
- 2) Allumer Arduino*
- 3) compléter le programme (partie élève)*
- 4) téléverser le programme sur la carte*
- 5) ouvrir le moniteur de série pour visualiser les distances*

2b. Ouvrir le logiciel Arduino puis ouvrir le programme nommé « mesure_distance » Ordinateur/échange/diffusion/physique-chimie/1erS/onde/mesure.distance. Lire le programme

2c. Sur Python les informations étaient indiquées par un #. Sur Arduino indiquer comment sont notées ces informations.

*note /xx tente */*

2d. En lisant le programme indiquer en quelle unité est mesurée la durée entre l'émission et la réception de l'onde.

durée echo en microseconde

2e. Compléter le programme en indiquant la formule permettant de calculer la distance à partir de la durée (notée **duree_echo**) mesurée par le capteur et de la valeur de la grandeur calculée à la question d. Votre formule devra permettre de calculer la distance en cm. Attention il faut exprimer v_{son} en $(cm.\mu s^{-1})$ et utiliser les notations d'Arduino

$d = \frac{v \cdot t}{2}$ Δ respect un. te' + programme

$v = 343,64 \text{ m/s} = \frac{343 \times 10^2}{1 \times 10^6} = 0,034364 \text{ cm/\mu s}$

en cm/\mu s par le programme
pose de variable avec Arduino

Donc programme $\Rightarrow$ donc $d_{est} = 0,034364 * \text{duree_echo} / 2$

distance = d sur le programme

tps est notée duree_echo

2f. Réaliser le protocole en plaçant un obstacle à une distance quelconque. Choisir le port ou il faut téléverser le programme : Outils/port/COM... Puis téléverser le programme comme indiqué dans le document 4. Puis **ouvrir le moniteur de série** pour visualiser les valeurs.

3a. Afin de visualiser les valeurs des mesures de distances, ouvrir le moniteur de série, laissez le programme faire les mesures puis décocher « défileur automatique » et prenez les 20 premières mesures.

Distance cm																				
----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

b. Mesurer à l'aide du mètre ruban, la distance théorique notée $d_{mesurée}$ entre les capteurs et l'obstacle.

1. Ouvrir, à l'aide du logiciel Arduino, le programme noté « radar_racut »

Dans ce programme, on a défini une fonction beep prenant deux paramètres : la fréquence du son et la durée entre deux sons. On a défini la durée à 100ms.

c. A partir des valeurs déterminez la valeur moyenne de la distance notée $\bar{d}_{exp}$ et son incertitude-type $U(d_{exp})$.

2. Que signifie cette ligne de programme : `if (temps == 0) {noTone(buzz);}`

d. Ecrire le résultat sous la forme $d_{exp} = \bar{d}_{exp} ; U(d_{exp})$ avec le bon nombre de chiffre significatif.

3. Compléter le programme permettant d'émettre un son de fréquence 1000Hz pendant une durée de 150ms lorsque la distance entre l'obstacle et le capteur est inférieur ou égale à 20cm.

e. Calculer le Z-score et discuter du résultat

4. A l'aide du document 4, vérifier votre programme puis le téléverser sur le carte Arduino

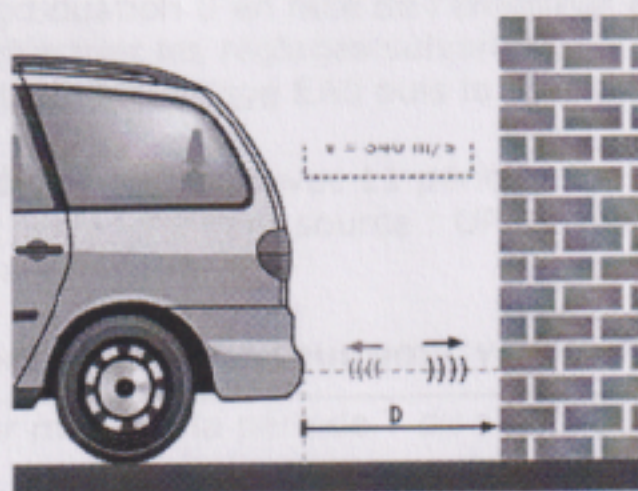
5. Vérifier à l'aide du ruban mètre et de l'obstacle l'exactitude du programme.

Document 1 : Principe du radar de recul

Le radar de recul est utilisé pour détecter des obstacles à l'arrière du véhicule. Il est composé de 4 capteurs (ou plus), une centrale électronique et un avertisseur sonore.

Les 4 capteurs fixés dans le pare-chocs transmettent une série d'impulsions ultrasoniques:

Les ondes réfléchies par les obstacles sont reprises par les mêmes capteurs utilisés dans ce cas en récepteur. La centrale électronique incorporée, élabore ces signaux, mesure le temps de réaction, vitesse de propagation du son dans l'air et calcule la distance de l'obstacle par rapport au véhicule. La fréquence du signal est modulée d'après la distance qui sépare l'obstacle du véhicule : plus l'obstacle est proche, plus les bips sont émis de façon rapprochée.



- Ouvrir, à l'aide du logiciel Ardiuno, le programme nommée « radar_recul »
Dans ce programme, on a défini une fonction beep prenant deux paramètres : la fréquence du son joué et la durée entre chaque bip (qui est la même que la durée du son).
- Que signifie cette ligne de programme : `if (temps == 0) {noTone(Buzz)};`
- Compléter le programme permettant d'émettre un son de fréquence 1000Hz pendant une durée de 150ms lorsque la distance entre l'obstacle et le capteur est inférieur ou égale à 20cm.
- A l'aide du document 4, vérifier votre programme puis le téléverser sur la carte Ardiuno
- Vérifier à l'aide du ruban mètre et de l'obstacle l'exactitude du programme.