

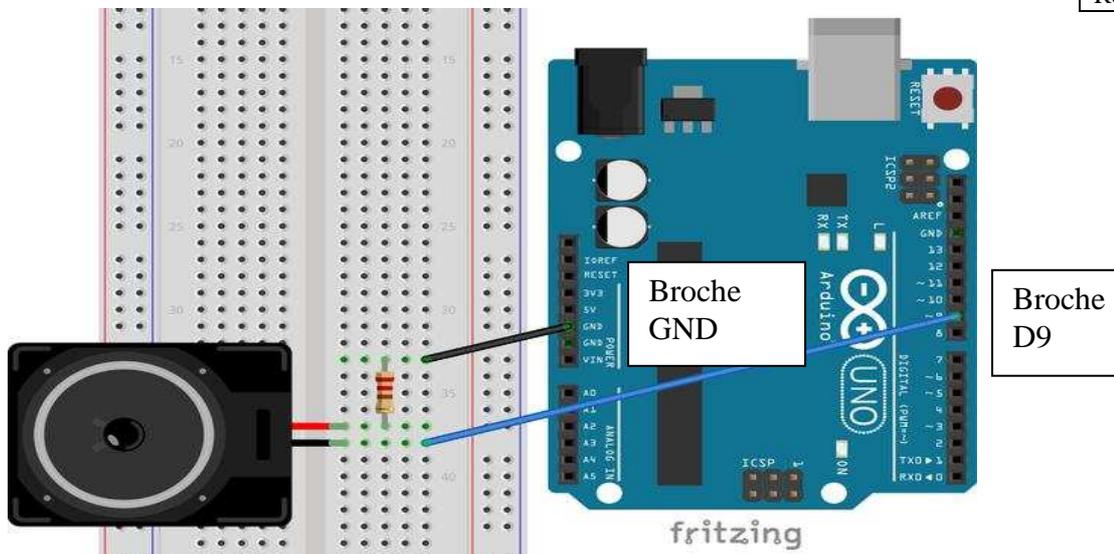
**Objectifs :** En musique, on parle de fausse note lorsque la note jouée n'est pas celle attendue. Une note de musique est caractérisée par sa période et sa fréquence. Dans ce TP nous allons produire un signal sonore grâce à un microcontrôleur (Arduino) et modifier sa fréquence. Ensuite nous utiliserons une application téléchargée sur le téléphone portable pour produire des sons puis les analyser avec le logiciel utilisé lors du Tp précédent (Audacity) mais aussi régressi .

**I°) Production du signal sonore grâce au microcontrôleur (Arduino) (6 pts) :**

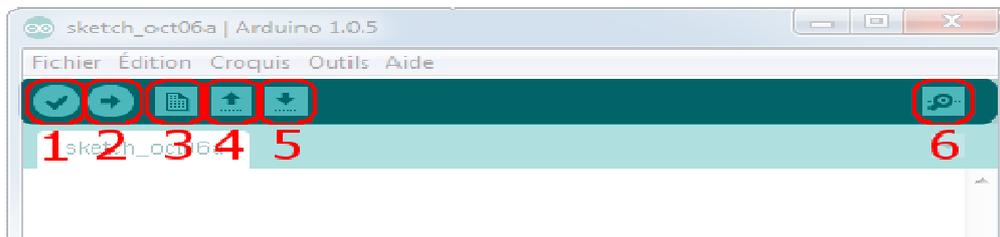
**A) Production du signal sonore grâce au microcontrôleur (Arduino) :**

- Vérifier que le microcontrôleur est branché au câble USB de l'ordinateur avant de démarrer .
- Réaliser le montage ci-dessous Pour faire ce circuit, il faut commencer par relier une des broches du haut-parleur à la broche **D9** de la carte Arduino par le biais d'un fil .
- On achève ensuite le circuit en reliant l'autre extrémité de la résistance de 100 ohms à la broche **GND** de la carte Arduino avec un fil. (L'ensemble haut parleur et résistance de 100 Ω devant être placé en série). **Appeler le professeur (appel 1) pour vérifier le montage.**

Réal ...../3



- Nous allons générer un son à l'aide de l'Interface de Arduino lancer le logiciel  et ouvrir le programme.
- Vérifier dans l'onglet Outils choisir /type de carte Arduino /Genuino uno vérifier aussi le bon port de communication. le port COM3 (Arduino /Genuino uno ).
- Voyons à présent à quoi servent les boutons, encadrés :



- Voyons à présent à quoi servent les boutons, encadrés :
  - Bouton 1 :** Ce bouton permet de vérifier le programme, il actionne un module qui cherche les erreurs dans votre programme
  - Bouton 2 :** Charge (téléverse) le programme dans la carte Arduino
  - Bouton 3 :** Crée un nouveau fichier
  - Bouton 4 :** Ouvre un fichier. **Bouton 5 :** Enregistre le fichier **Bouton 6 :** Ouvre le moniteur série

- Téléversez le programme **arduino\_la3seconde.ino** pris dans/forum /ressources/physique /BILLAZ/fichiersonseconde/ qui correspond à l'émission sonore d'un la3.

| Ligne d'instruction          |
|------------------------------|
| int PIN_BUZZER = 9           |
| void setup ( )<br>{          |
| pinMode (PIN_BUZZER, OUTPUT) |
| tone (PIN_BUZZER, 440) ;     |
| void loop ( )                |

| Fonction réalisée   |
|---|
| on prépare le haut parleur en mode sortie pour émettre un son                             |
| le programme s'exécute sans fin en boucle aussi longtemps que l'Arduino est sous tension. |
| La broche 9 ou pin de Arduino est utilisé pour brancher sur le HP                         |
| initialisation du programme   |
| On joue la note 440 Hz (la3) sur le haut parleur  |

**Question :** 1) Relier par des flèches les lignes du programme à gauche au commentaire correspondant à droite.

|              |         |
|--------------|---------|
| 1) Ana       | ...../2 |
| 2) Réal, ana | ...../1 |
| <b>Total</b> | ...../3 |

2) Modifier le programme arduino ci-dessus de façon à émettre un Do<sub>4</sub> de fréquence  $f = 523$  Hz

Appeler le professeur (**appel 2**) pour faire écouter le nouveau signal sonore mais aussi pour vérifier le tableau ci-dessous.

**II°) Mesure de la période et de la fréquence grâce au logiciel Audacity et regressy (12 pts) :**

➤ Vous disposez d'un microphone et des logiciels Audacity  (voir la notice fourni) et regressy  pour

le traitement du son, télécharger l'application [générateur de fréquence sous Android](#)  ou [générateur de son sur](#)

[applestore](#)



- Branchez le microphone sur la prise micro de l'ordinateur et placer le microphone à quelques centimètres de votre téléphone
- Emettre un signal sonore de fréquence 440 Hz (La3) tout en enregistrant sur Audacity (mettre les hauts parleurs au max : en haut à droite et voir la notice fournie ci-dessous pour l'enregistrement).
- Après avoir exporté en WAV dans votre session personnelle ouvrir le logiciel Regressy puis faire :
- Fichier nouveau son/ouvrir ce fichier son (double clic) et sélectionner une portion du signal (une dizaine de période du signal à partir du passage par la valeur 0).
- Cliquer sur l'icône  **Fourier** (traiter) pour obtenir l'analyse spectrale de l'enregistrement.
- Visualiser son évolution temporelle (voir ci-contre) en cliquant sur l'icône **Temps** 
- Avec l'outil *Curseur / Réticule*, mesurer la fréquence du plus grand pic (fondamentale).
- Réaliser les mêmes opérations que ci-dessus mais en changeant la fréquence à 523 Hz.

|              |          |
|--------------|----------|
| Réal         | ...../4  |
| a) Ana, com  | ...../2  |
| b) Réal      | ...../4  |
| c) ana, com  | ...../2  |
| <b>Total</b> | ...../12 |

**Questions**

- Le signal sonore est-il périodique ? Justifier.
- Avec l'outil *réticule*, déterminer la période  $T$  de chaque signal sonore et en déduire leur fréquence  $f$  correspondante. (Mesurer plusieurs périodes à partir du passage par la valeur 0).
- Comparer avec les fréquences **440 Hz et 523 Hz** associées à chaque note de l'analyse spectrale de Fourier (faire un pourcentage d'erreur au moins pour une note).

Appeler le professeur (**appel 3**) pour faire valider l'exploitation des signaux sonores mais aussi pour vérifier les questions ci-dessus.

**III °) Hauteur d'un son : (2 pts)**

**Questions :** a) Quel est des deux sons celui qui le plus aigu ?

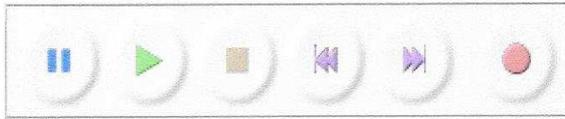
b) A quelle grandeur est liée la hauteur d'un son (hauteur : sensation d'un son grave ou aigu).

Appeler le professeur (**appel 4**) pour faire valider les questions ci-dessus.

|              |         |
|--------------|---------|
| a) ana       | ...../1 |
| b) Ana, com  | ...../1 |
| <b>Total</b> | ...../2 |

## MODE D'EMPLOI DU LOGICIEL AUDACITY

### Enregistrer un son :

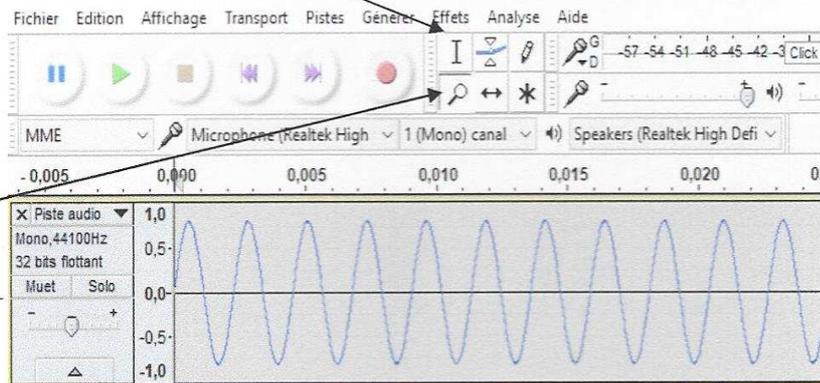


Pause Lecture Arrêt Début Fin Enregistrement

Cliquer sur le rond rouge pour démarrer l'enregistrement carré orange pour l'arrêter.

**Ouvrir un fichier :** cliquer sur l'onglet *fichier* puis ouvrir et sélectionner le fichier souhaité. Le signal sonore apparaît à l'écran avec l'amplitude en ordonnée et le temps en abscisse.

**Sélectionner une partie du signal :** utiliser l'icône et cliquer-glisser. La partie sélectionnée apparaît en gris foncé.



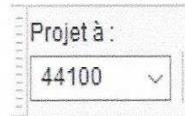
Modification de l'échelle

**Mesurer la durée du signal sélectionné :** en bas de la page, sélectionner *Durée*. Un clic sur la flèche permet de sélectionner l'unité.

Pour mesurer une durée inférieure à la milliseconde, sélectionner l'unité *Echantillons* (ou

*Samples*). La durée (en secondes) est alors donnée par  $\Delta t = \frac{N}{f}$  avec N le nombre d'échantillons

indiqué et f la fréquence d'échantillonnage en hertz donnée en bas à gauche de l'écran sous *Projet à*. (ici  $f = 44\ 100$  Hz)



**Modifier l'échelle :** utiliser l'Outil Zoom . En faisant un clic gauche sur l'axe des abscisses, on zoome horizontalement ; en faisant un clic droit on « dézoome ». Même chose avec l'axe des ordonnées.

**Exporter une partie du signal :** Sélectionner la partie du signal à analyser, puis dans le menu *Fichier*, cliquer *Exporter l'audio sélectionné...*, lui donner un nom puis *Enregistrer*.