

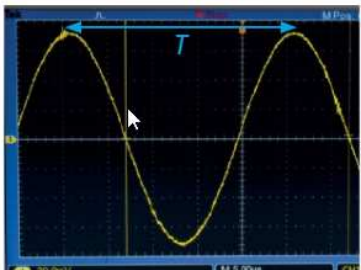
**Objectifs :**

- Mesurer la période d'un signal sonore périodique à partir de sa représentation temporelle et en déduire sa fréquence
- Utiliser un dispositif comportant un microcontrôleur pour produire un signal sonore.
- Enregistrer et caractériser un son (hauteur, timbre, niveau d'intensité sonore...) à l'aide d'un dispositif expérimental dédié, d'un smartphone...

**I/ Enregistrer et mesurer la période et la fréquence d'un signal périodique**

**Audacity (PC) /PhyPhox(smartphone)**

**Doc. 1** La période et la fréquence d'un signal périodique



**Fréquence  $f$** : nombre de répétitions du motif élémentaire par seconde.  
**Période  $T$** : durée du motif élémentaire.

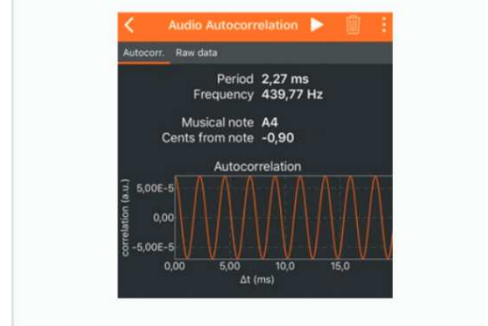
en hertz (Hz)  $\rightarrow f = \frac{1}{T}$  en secondes (s)

**Doc. 2** Fonctionnement d'un diapason **Doc. 3**

Lorsqu'un maillet frappe un diapason, la vibration mécanique périodique des branches métalliques du diapason se transmet à l'air extérieur par la caisse de résonance. L'air vibre alors à la même période que les branches du diapason et un signal sonore périodique se propage dans l'air.



**Doc. 3** Copie d'écran d'une application mesurant la période et la fréquence d'un signal sonore émis par un diapason

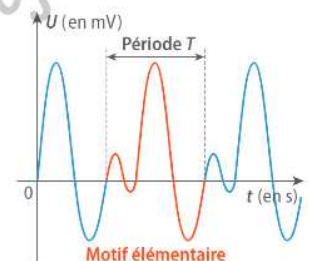


**Doc. 5** Matériel disponible :

- Diapason
- Microphone
- Ordinateur avec les logiciels Arduino et Audacity
- (Smartphone avec l'application PhyPhox )
- Microcontrôleur
- Buzzer

**Doc. 4** Signal périodique

La période  $T$  (en s) d'un signal périodique est la durée d'un motif élémentaire. Pour la mesurer avec précision, on mesure la durée  $\Delta t$  de plusieurs motifs, que l'on divise par le nombre de motifs correspondants. La relation entre la période  $T$  (en s) et la fréquence  $f$  (en Hz) d'un signal périodique s'écrit :  $f = \frac{1}{T}$



1. A l'aide du matériel disponible et du logiciel Audacity, proposer une expérience permettant de mesurer la période  $T$  et la fréquence  $f$  d'un signal sonore émis par un diapason.
2. Faire valider le protocole par le professeur puis le mettre en œuvre.
3. Justifier que les vibrations du diapason sont périodiques :  
 .....  
 .....

4. Reproduire la forme du motif élémentaire :

- Mesurer la période (avec le plus de précision possible) puis calculer la fréquence du signal sonore émis par le diapason.

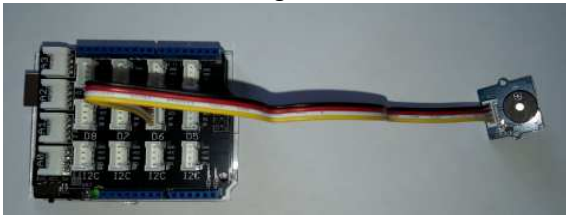
T = .....

f = .....

- Vérifier les valeurs obtenues à l'aide de la fonction **Autocorrélation Audio** disponible dans l'application **Phyphox (FACULTATIF)**

## II/ Produire un signal sonore avec un microcontrôleur **Arduino**

### Doc. 1 Schéma du montage



Microcontrôleur Arduino UNO + Grove

Buzzer

### Doc. 2 Code Arduino de base

```
//Génération d'un son de fréquence 440 Hz
const char buzzer = 6 ; //Indiquer que le buzzer est branché sur l'entrée D6
void setup() {
  pinMode(buzzer, OUTPUT); // Initialiser la borne choisie en sortie
}

void loop() {
  tone(buzzer, 440, 500); // Emettre un signal de 440 Hz pendant 500 ms
  delay(800); // Attendre 800 ms avant de recommencer la fonction loop()
}
```

### Doc. 3 Extrait de la partition de l'Hymne à la joie



Correspondance et fréquence des notes							
sol	la	si	do	ré	mi	fa	sol
392 Hz	440 Hz	494 Hz	523 Hz	587 Hz	659 Hz	698 Hz	784 Hz

#### Durée des notes en musique

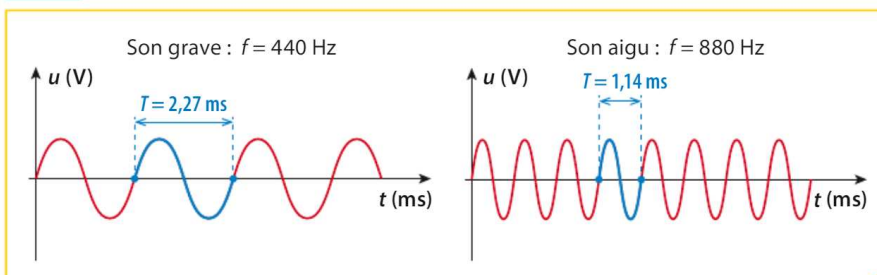
	Ronde : 4 temps
	Blanche : 2 temps
	Noire : 1 temps
	Croche : 1/2 temps

$\text{Noire} + \text{Noire} = \text{Blanche}$

- Réaliser le montage du Doc.1.
- Lancer le logiciel Arduino et recopier dans l'IDE le code de base proposé au Doc. 2 puis l'enregistrer.
- Modifier le programme de façon que le buzzer émette un son de fréquence 220 Hz pendant 2 seconde puis cesse d'émettre pendant 1 seconde.
- Envoyer le programme vers la carte Arduino grâce à la fonction téléverser (peut prendre plusieurs seconde)
- En utilisant une variable noire = 500 (ms) et une variable par note = fréquence (Hz) , modifier le code pour créer un programme capable de jouer l'Ode à la joie.

## III/ Caractériser la perception d'un son **Audacity / Phyphox**

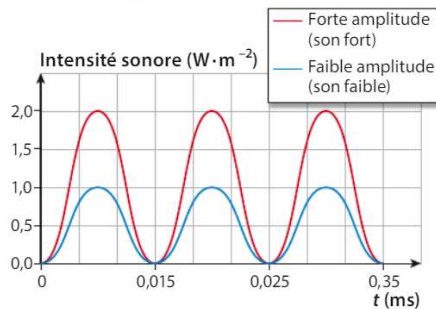
### Doc. 1 La période et la hauteur d'un son



### Doc. 3 Le timbre d'un son

- Le timbre est la caractéristique du son qui permet de différencier deux instruments qui jouent la même note (même fréquence), à la même intensité (même amplitude du signal).
- Visuellement, les signaux correspondant à deux timbres différents n'ont pas la même forme.

- L'**intensité sonore** est liée à l'amplitude du signal électrique obtenu à la sortie du microphone en volts.
- Le **niveau sonore  $L$**  d'un son est lié à la perception de ce son : il est mesuré à l'aide d'un sonomètre et s'exprime en décibels (dB<sub>A</sub>).



### A) Intensité et Niveau sonore

1. A l'aide du logiciel **Audacity**, ouvrir et écouter successivement les fichiers « **son-faible.wav** » et « **son-fort.wav** ».
2. Compléter les phrases suivantes :

L'intensité sonore est reliée à .....de la vibration sonore.

Un son est d'autant plus .....que l'amplitude de la vibration est .....

3. A l'aide d'un **sonomètre** préalablement étalonné et placé à la même distance de la source, mesurer le niveau sonore d'un son produit par une guitare « **guitElecLa3-x1.wav** » puis deux guitares « **guitElecLa3-x2.wav** » jouant la même note.
4. Compléter les phrases suivantes :

Si deux sources sonores émettent le même son, l'intensité sonore est .....

mais le niveau sonore n'augmente que de .....dB.

### B) Son pur/son complexe

1. A l'aide de l'application **Phyphox**, comparer l'allure des sons « **la3diapason.wav** » et « **flûte TraversièreLa3.wav** »
2. Compléter les phrases suivantes :

Le diapason émet un signal ..... périodique, c'est un son .....

La flûte traversière émet un signal .....non sinusoïdal, c'est un son .....

### C) Hauteur d'un son

1. Ouvrir, écouter puis comparer la fréquence des sons « **flûte TraversièreLa3.wav** » et « **flûte TraversièreLa4.wav** » soit à l'aide du logiciel **Audacity** ou de l'application **PhyPhox**
2. Compléter les phrases suivantes :

La hauteur d'un son est reliée à .....

Plus la fréquence est élevée plus le son est.....

exemple : Le ..... (f= .....Hz) est une note plus aigu, plus haute que le .....(f =.....Hz)

Plus la fréquence est basse, plus le son est .....

exemple : Le ..... (f= .....Hz) est une note plus grave, moins haute que le .....(f =.....Hz)

### D) Timbre d'un son

1. Ouvrir, écouter puis comparer la forme et la fréquence des sons « **flûte TraversièreLa3.wav** » et « **ViolonLa3.wav** »
2. Compléter les phrases suivantes :

Il s'agit de 2 sons de même .....donc de même .....

Il s'agit de 2 sons de .....différente donc de .....différent.