

CORRIGE

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

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

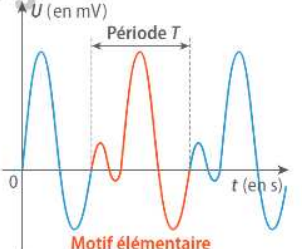


Doc. 5 Matériel disponible :

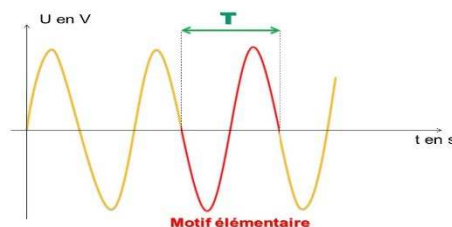
- Diapason
- Microphone
- Ordinateur avec les logiciels Arduino et Audacity
- (Smartphone avec l'application PhyPhox)
- Microcontrôleur
- Buzzer

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 Δt 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 :
Le signal sonore se reproduit identique à lui-même à intervalle de temps régulier. Les vibrations produites par le diapason sont donc 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.

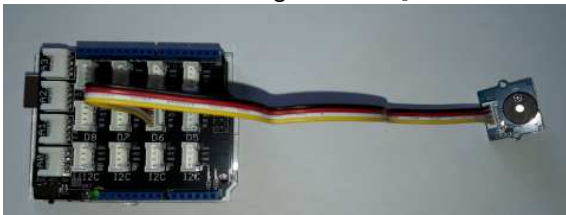
$$T = 0,0023 \text{ s} = 2,3 \text{ ms}$$

$$f = 1 / 0,0023 = 435 \text{ Hz}$$

- 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

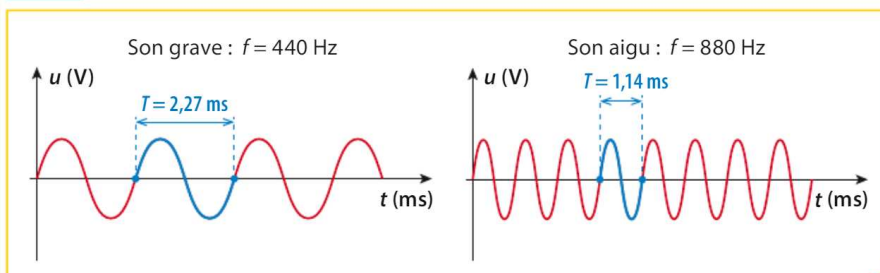
	Ronde : 4 temps
	Blanche : 2 temps
	Noire : 1 temps
	Croche : 1/2 temps

=

- 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**

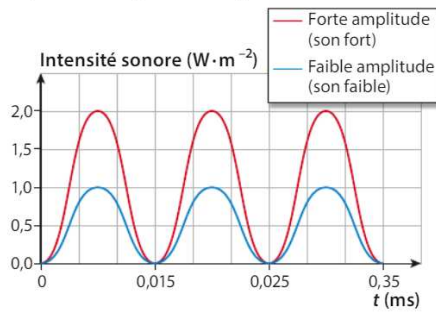
Doc. 1 La période et la hauteur d'un son



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_A).



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 **l'amplitude** de la vibration sonore.

Un son est d'autant plus **fort(faible)** que l'amplitude de la vibration est **grande(petite)**

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 **multipliée par 2**

mais le niveau sonore n'augmente que de **3 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 **sinusoïdal** périodique, c'est un son **pur**

La flûte traversière émet un signal **périodique** non sinusoïdal, c'est un son **complexe**

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 la **fréquence du son**

Plus la fréquence est élevée plus le son est **aigu**

exemple : Le **fa**($f=698\text{Hz}$) est une note plus aigu, plus haute que le **mi**($f=659\text{Hz}$)

Plus la fréquence est basse, plus le son est **grave**

exemple : Le **sol** ($f=392\text{Hz}$) est une note plus grave, moins haute que le **la**($f=440\text{Hz}$)

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 **fréquence** donc de même **hauteur**

Il s'agit de 2 sons de **forme** différente donc de **timbre** différent.