

Nom:..... Prénom:..... Classe:..... Date: .....

<b>Du son à la gamme</b>	
<b>✔ Objectifs</b>	<b>👤 Classe</b>
<input type="checkbox"/> Un signal périodique de fréquence $f$ se décompose en une somme de signaux sinusoïdaux de fréquences multiples entières de $f$ . Le son associé à ce signal est un son composé. $f$ est appelé fréquence fondamentale, les autres fréquences sont appelées harmoniques. <input type="checkbox"/> La corde tendue d'un instrument à cordes émet en vibrant un son composé dont la fréquence fondamentale ne dépend que de ses caractéristiques (longueur, tension, masse par unité de longueur). Dans les instruments à vent, un phénomène analogue se produit par vibration de l'air dans un tuyau. <input type="checkbox"/> En musique, un intervalle entre deux sons est défini par le rapport de leurs fréquences fondamentales. Deux sons dont les fréquences sont dans le rapport 2/1 correspondent à une même note, à deux hauteurs différentes. L'intervalle qui les sépare s'appelle une octave. Une gamme est une suite finie de notes réparties sur une octave.	1 <sup>ère</sup> ES
	<b>🕒 Durée</b>
	1 h

**✂ Sur la paillasse**

- Une guitare,
- Smartphone avec l'application *phyphox*.

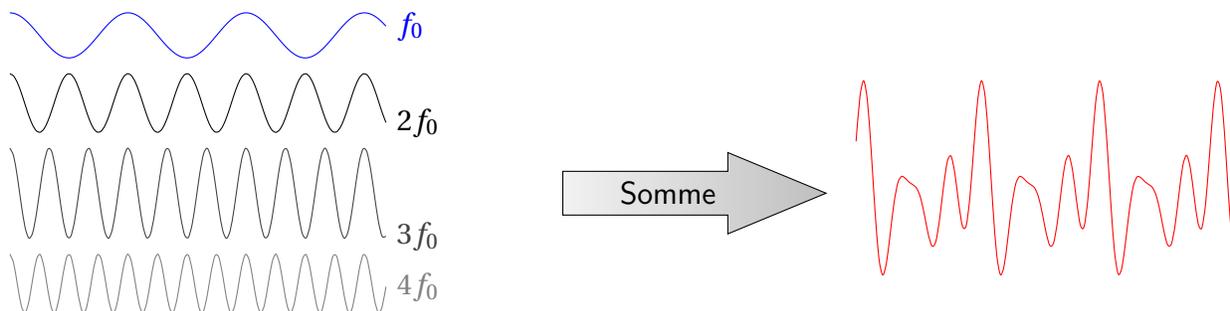


<https://phyphox.org/download/>

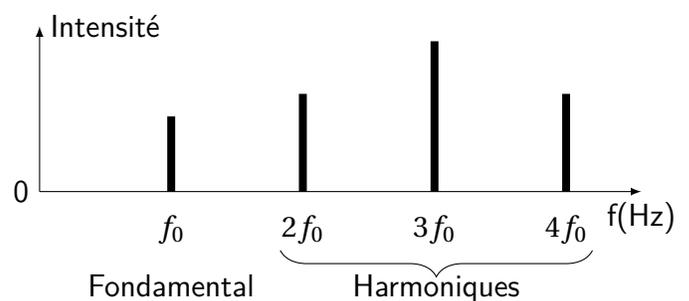
# 1 Décomposition de Fourier d'un son

## Document 1: Décomposition de Fourier

Tout signal périodique, de fréquence  $f_0$  (la **fondamentale**) est la somme de plusieurs signaux sinusoïdaux (purs) de fréquences multiples entières de  $f_0$  appelées **harmoniques**.



Plutôt que de représenter tous les signaux (fondamental et harmoniques), on préfère le **spectre de fréquences** qui montre les différents harmoniques en abscisse et leur intensité relative en ordonnée. C'est une décomposition de **Fourier**.



1. Suivre le protocole ci-dessous.

Note	Fréquence (Hz)
Do1	65
Do#1	69
Ré1	73
Ré#1	78
Mi1	82
Fa1	87
Fa#1	93
Sol1	98
Sol#1	104
La1	110
La#1	117
Si1	123
Do2	131
Do#2	139
Ré2	147
Ré#2	311
Mi2	165
Fa2	175
Fa#2	185
Sol2	196
Sol#2	208
La2	220
La#2	466
Si2	247
Do3	262
Do#3	277
Ré3	294
Ré#3	311
Mi3	330
Fa3	349
Fa#3	370
Sol3	392
Sol#3	415
La3	440
La#3	466
Si3	494

Table 1:  
Fréquence de  
quelques notes



### Mesure de spectre de la corde de guitare

- Ouvrir l'application *phyphox*.
- Se rendre dans le menu "Acoustique" puis "Spectre audio".
- Dans "paramètres", augmenter le nombre d'échantillons à 8192.
- Revenir dans "spectre", s'approcher de la guitare et cliquer sur "play" 
- Au bout de quelques secondes, cliquer sur "pause".
- Agrandir la figure en cliquant sur la double flèche  puis en bas sur détail de la mesure. 
- Cliquer sur les pics du spectre de Fourier pour obtenir sa fréquence.

2. Donner les fréquences des 4 pics les plus importants.

.....

.....

.....

.....

3. Qu'ont ces fréquences en commun ?

.....

.....

.....

.....

4. Quelle est la note jouée par la corde la plus grave de la guitare ?

.....

.....

.....

.....

## 2 Émission d'un son par un instrument

Lorsqu'une corde tendue est mise en vibration, elle produit une onde stationnaire qui est à la base du fonctionnement des instruments à cordes (guitare, violon, piano...).

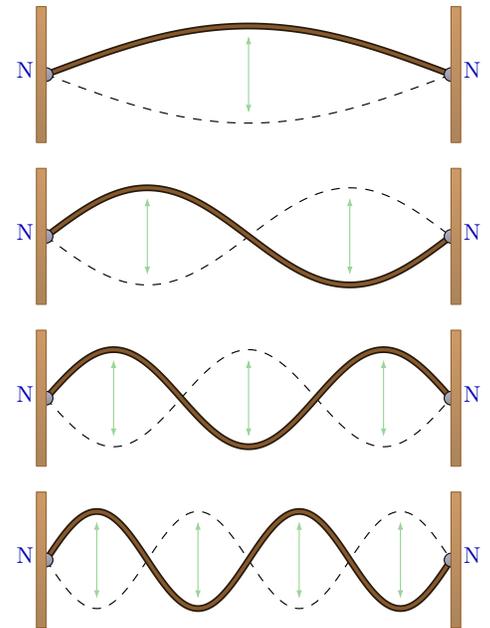
### Document 2: Onde stationnaire

En physique ondulatoire, une onde stationnaire est une **oscillation locale dans un milieu clos, qui ne se propage pas**. On appelle les points où l'amplitude est nulle des **nœuds** de vibration, et ceux où l'amplitude est maximale des **ventres** de vibration.

### Document 3: Modes propres de vibration

Les fréquences auxquelles la corde peut vibrer sont appelées fréquences propres:

- Fréquence fondamentale ( $f_0$ ) : mode de vibration le plus simple, correspondant à une longueur d'onde égale à deux fois la longueur de la corde.
- Harmoniques : modes de vibration multiples de la fréquence fondamentale ( $f_2 = 2f_0$ ,  $f_3 = 3f_0$ , etc.).



5. Compléter la figure ci-dessus en indiquant:

- (a) les nœuds et les ventres de vibrations des différentes ondes par les lettres  $N$  et  $V$ .
- (b) le lien entre la longueur  $L$  de la corde et la longueur d'onde  $\lambda$ .
- (c) la fréquence de vibration de chaque onde stationnaire.

### BILAN

.....

.....

.....

.....

.....

## 3 Intervalle et consonance

### Document 4: Intervalle

Le rapport  $\frac{f_2}{f_1}$  entre deux notes de fréquences  $f_1$  et  $f_2$  telles que  $f_2 > f_1$  s'appelle un **intervalle** en musique.

6. Calculer les intervalles entre la fondamentale et les harmoniques du spectre de la corde de guitare. Faire de même entre les harmoniques.

.....

.....

.....

.....

.....

**Document 5: Octave**

Lorsqu'un intervalle entre deux notes vaut **2**, on appelle cet intervalle une **octave**. Deux notes à l'octave portent le même nom.

7. A-t-on une ou des octaves dans les notes du spectres précédent ?

.....

.....

.....

.....

**Document 6: Consonance**

Deux sons, joués ensemble ou l'un après l'autre, sont **consonants** si leur association est **agréable à l'oreille**.

8. Jouer, à l'aide du générateur de son de phyphox, deux sons simultanément, dont les fréquences sont celles mesurées dans le spectre de la corde de guitare. Que remarque-t-on ?

.....

.....

9. Mettre une des deux fréquence au hasard. Que remarque-t-on ?

.....

.....

**BILAN**

.....

.....

.....

.....