

L'ukulélé est un instrument à cordes pincées traditionnel des îles Hawaï, proche du cavaquinho portugais dont il est une adaptation. Il fut apporté à Hawaï par des immigrants portugais de l'île de Madère en 1879, débarqués là pour cueillir la canne à sucre.



**Doc1 : la gamme tempérée et les 12 demi-tons**

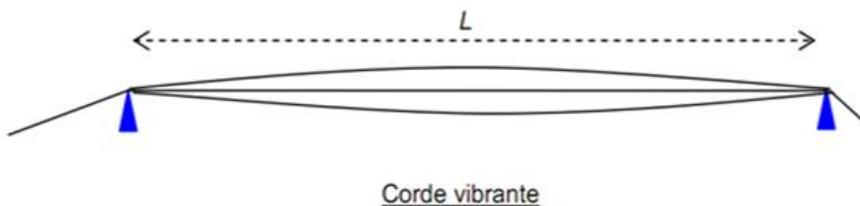
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DO	DO# REb	RE	RE# MIb	MI	FA	FA# SOLb	SOL	SOL# LAB	LA	LA# SIB	SI

Dans la gamme tempérée, le rapport de la fréquence d'une note sur la note précédente est égal à  $2^{1/12}$

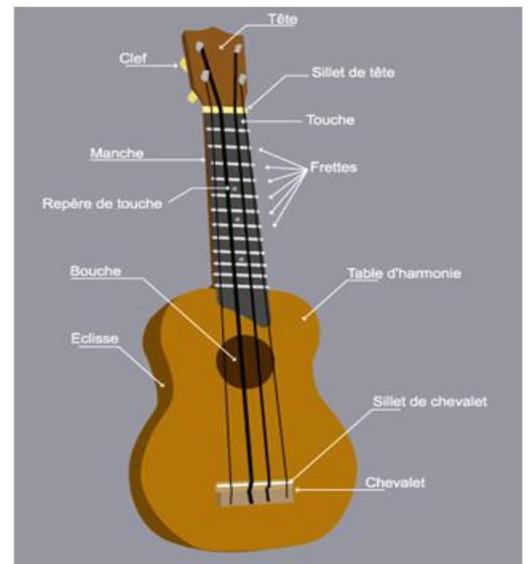
**Doc2 : Corde vibrante**

Si l'on considère une corde vibrante maintenue entre ses deux extrémités, la hauteur du son émis dépend de la longueur L de la corde, de sa masse par unité de longueur  $\mu$  et de la tension T de la corde. La composition spectrale du son émis est complexe et la fréquence f du fondamental est donnée par la relation

$$f = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$



**doc3 : anatomie du ukulélé**



**Doc4 : frettes**

pour la corde à vide		
corde	note	réquence (Hz)
4	la3	440
3	mi3	329.5
2	do3	261.6
1	sol3	392

4 cordes et 12 frettes par corde



Les frettes sont des éléments de certains instruments de musique à cordes et à manche Elles font partie intégrante du manche, étant serties dans la touche. Chaque frette correspond à une partie surélevée de la touche ; elle permet de choisir la longueur de corde qui va entrer en vibration entre le chevalet et elle, donc de varier les notes jouées. Il s'agit donc d'une pièce fondamentale de nombreux instruments.

**AIDE SYNCHRONIE**

**Outil RETICULE (mesures de période)** Clic gauche sur un point de mesure. Puis clic droit/origine relative. Observer la fenêtre jaune en bas **T=0 Y=0** : L'origine du temps T=0 et des tensions Y=0 se trouvent maintenant en ce point.

**Analyse de Fourier** : Choisir le signal à analyser : EA0 ; puis Sélection/choisir : délimiter alors une période du signal puis 'valider' . Ensuite : 'calculer'

## **TRAVAIL**

### **1- La position des frettes sur un ukulélé**

- 1-1 Ouvrir le fichier ukulélé.xls
- 1-2 Compléter la cellule L = (longueur des cordes en cm)
- 1-3 On montre que la longueur de la corde en passant d'une frette(1) à la suivante frette (2) s'exprime de la façon suivante :  $L_2 = L_1/2^{(1/12)}$  ( $L_1$  : longueur corde frette1 ;  $L_2$  : longueur corde frette2 inférieure ). Faire compléter par une formule la colonne « position » des frettes.
- 1-4 Entrer les formules nécessaires pour faire compléter les fréquences et les notes pour chaque position de frettes pour chaque corde. Imprimer le tableau

### **2- Mesures**

#### **2-1- sur le ukulélé**

Faire les mesures nécessaires avec Synchronie pour une corde donnée pour répondre aux questions suivantes : **La corde est-elle accordée ? Y-a-t-il un demi-ton entre 2 positions de frette ? Comment faudrait-il faire pour accorder cette corde ? Est-ce un son simple ou un son complexe ?**

#### **2-2- faire des harmoniques**

Acquisition dans Synchronie d'un échantillon.

Choisir la même corde que dans 2-1. Poser un doigt au-dessus de la frette 12 sans appuyer dessus puis pincer la corde et enregistrer le son dans Synchronie.

Trouver la fréquence et la note de ce son et effectuer une analyse harmonique et observer.

### **3- Questions**

#### **3-1 La tension des cordes**

- 3-1-1 Sachant que pour une corde tendue, l'expression de la vitesse de l'onde est  $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$  ( $T$  : tension de la corde (N) et  $\mu$  : masse linéique (kg/m) ), retrouver la formule de la fréquence du fondamental indiqué au doc 3.
- 3-1-2 Démontrer la formule utilisée au 1- c)
- 3-1-3 Le schéma du doc 2 ne montre que la vibration du fondamental. Refaire un schéma analogue pour les 4 harmoniques suivantes et calculer leurs fréquences par rapport au fondamental. Cela est-il compatible avec les mesures ?
- 3-1-4 On parle d'« excitateur » et de « résonateur » pour expliquer les sons musicaux. Quelles parties de la guitare jouent ces rôles ? Même question pour la flûte irlandaise vue au TP précédent.

#### **3-2 harmonique**

- 3-2-1 Où se trouve la frette 12 sur la corde ? Quelle note aurait-on obtenue si on avait appuyé sur la frette ?
- 3-2-2 En utilisant les schéma du 3-1-3, expliquer le spectre obtenu.

#### **3-3 Décibels et puissance sonore**

Un « concert » est donné avec deux ukulélé. Placés à 2 m des musiciens, on mesure le niveau sonore LS (en décibel acoustique) produit successivement par chacun des deux instruments ; on note :  $LS_1 = 72$  dB et  $LS_2 = 75$  dB. On rappelle que le niveau sonore LS est donné par la relation :  $LS = 10 \times \log(I/I_0)$  où  $I_0$  représente l'intensité sonore de référence égale à  $10^{-12}$  W.m<sup>-2</sup>.

- 3-3-1 Déterminer les intensités sonores  $I_1$  et  $I_2$  émises respectivement par chacun des instruments à la distance  $d = 2$  m.
- 3-3-2 On admet que lorsque deux sons sont émis simultanément, l'intensité sonore résultante  $I$  est la somme des deux intensités sonores. En déduire le niveau sonore LS perçu à 2 m dans ce cas.