

Un instrument à cordes, aussi appelé cordophones, est un instrument de musique dans lequel le son est produit par la vibration d'une ou plusieurs cordes. Ces vibrations sont calculées afin d'obtenir une fréquence précise (ex : 440 Hz pour le la3 du piano), qui est elle-même amplifiée par le corps de l'instrument.

Il existe quatre modes de jeu principaux (hors modes contemporains) sur les cordophones :

- par pincement des cordes, avec les doigts, un plectre (ou médiator), des ongles ou un mécanisme
 - par frappement avec des baguettes ou de petits marteaux (comme pour le piano)
 - par frottement avec un archet (la viola de braccio, le violon...)
- avec des cordes à vides (cordes sympathiques, viole d'amour). (wikipedia)

doc1 : guitare les cordes et les frettes

Les guitares à 6 cordes sont généralement accordées (du grave à l'aigu) avec les notes :

Mi3 329.6 Hz
Si2 246.9 Hz
Sol2 196.0 Hz
Ré2 146.8 Hz
La1 110.0 Hz
Mi3 82.4 Hz

Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Ré	Mi
Si	Do	Ré	Mi	Fa	Sol	La	Si
Sol	La	Si	Do	Ré	Mi	Fa	Sol
Ré	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Ré
La	Si	Do	Ré	Mi	Fa	Sol	La
Mi	Fa	Sol	La	Si	Do	Ré	Mi

Les frettes sont des éléments de certains instruments de musique à cordes et à manche comme la guitare, la mandoline ou le banjo. 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.



Doc2 : la gamme tempérée et les 12 demi-tons

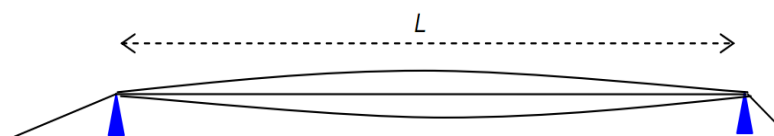
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DO	DO# REb	RE	RE# MIb	MI	FA	FA# SOLb	SOL	SOL# LAB	LA	LA# SIB	SI

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

Doc3 : Corde vibrante

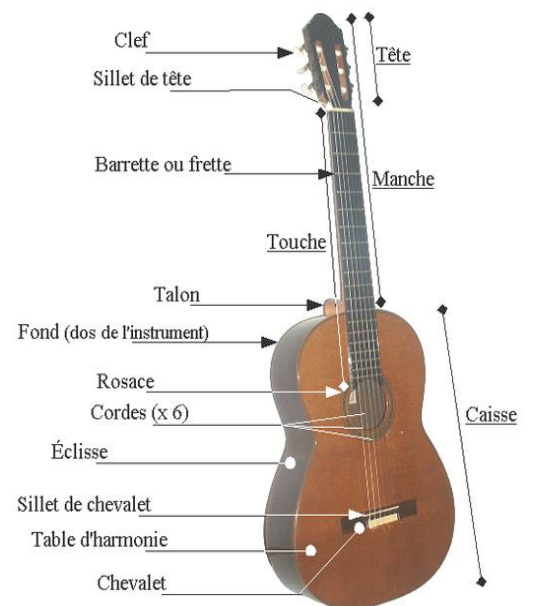
Si l'on considère une corde vibrante maintenue entre ses deux extrémités, la hauteur du son émis dépend de la longueur L de la corde, de sa masse par unité de longueur μ et de la tension T de la corde. La composition spectrale du son émis est complexe et la fréquence f du fondamental est donnée par la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

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



Corde vibrante

Doc4 les différentes parties de la guitare



doc 5 guitare 12 cordes

Sur ce type d'instrument, les cordes sont associées deux par deux. Cette association s'appelle un chœur. La guitare douze cordes en possède six, le plus souvent accordés sur les mêmes notes qu'une guitare standard (mi - la - ré - sol - si - mi, du grave à l'aigu), mais les accordages ouverts (open tuning) sont abondamment pratiqués. Les quatre chœurs les plus graves sont composés de la corde habituelle associée à une corde à l'octave supérieure. Les deux derniers chœurs sont faits chacun de cordes identiques. Il est bien sûr possible de modifier

cette organisation des chœurs en changeant les cordes ad hoc. Le manche d'une douze cordes est toujours un peu plus large que celui d'une six cordes.

L'intérêt principal de doubler les cordes est d'obtenir une richesse de son impossible à rendre avec un accordage standard, sauf à utiliser des effets électroniques. En effet, la superposition d'octaves qui ne sont jamais tout à fait justes (effet chorus) et le doublage des cordes aiguës suscite par phénomènes de résonance l'émission d'harmoniques qui enrichissent de façon caractéristique la sonorité de l'instrument. L'amplitude du son et sa richesse sont des avantages immédiatement perceptibles.



Décembre 1967: Jimi Hendrix "Hear My Train A Comin'"

TRAVAIL

1- La position des frettes sur une guitare

1-1 Ouvrir le fichier frette.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 : $L_2 = \frac{L_1}{\sqrt[12]{2}}$ (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 la guitare

Faire les mesures nécessaires 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- à partir d'un enregistrement de la 12 cordes de Jimi Hendrix

2-2-1 Acquisition dans Synchronie d'un échantillon.

Brancher le câble pouvant relier la sortie audio de la carte son à l'interface d'acquisition. Effectuer les réglages (paramètres/acquis) sachant que le fichier son est enregistré à une fréquence d'échantillonnage de 44100 Hz. Régler en conséquence la durée d'un échantillon pour l'acquisition. Lancer le fichier audio JIMI HENDRIX 12 STRING BLUES.wav puis effectuer l'acquisition.

2-2-2 Faire les mesures nécessaires pour montrer la richesse harmonique d'une 12 cordes par rapport à une 6 cordes.

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 μ : 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 3 ne montre que la vibration du fondamental. Refaire un schéma analogue pour les 4 harmoniques suivantes et trouver leurs fréquences par rapport au fondamental. Cela est-il compatible avec les mesures ?

3-1-3 Pourquoi les cordes graves de la guitare sont-elle plus épaisses que les cordes aiguës ? Justifier clairement.

3-2 6 ou 12 cordes

3-2-1 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.

3-2-2 En utilisant les résultats expérimentaux, indiquer la différence sonore entre une guitare 12 cordes et une guitare 6 cordes.

3-3 Décibels et puissance sonore

Un « concert » est donné avec deux guitares. 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⁻².

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.