

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 :

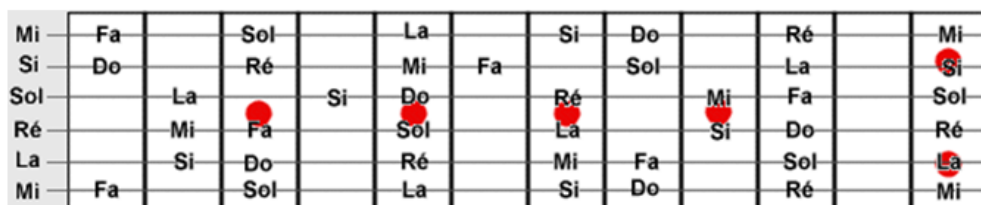
- par pincement des cordes, avec les doigts, un plectre (ou médiator), des ongles ou un mécanisme
- par frappement avec des baguettes ou de petits marteaux (comme pour le piano)
- par frottement avec un archet (la viola de braccio, le violon...)
avec des cordes à vides (cordes sympathiques, viole d'amour).

(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



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

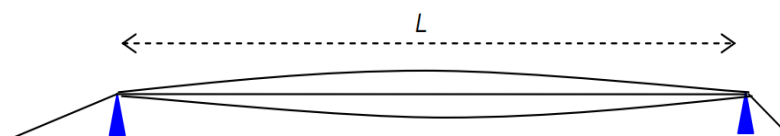
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DO	DO# REb	RE	RE# MIb	MI	FA	FA# SOLb	SOL	SOL# LAB	LA	LA# SIB	SI

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

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



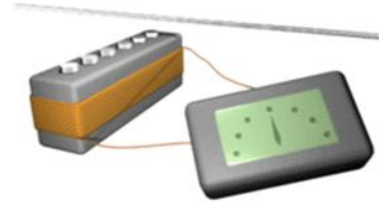
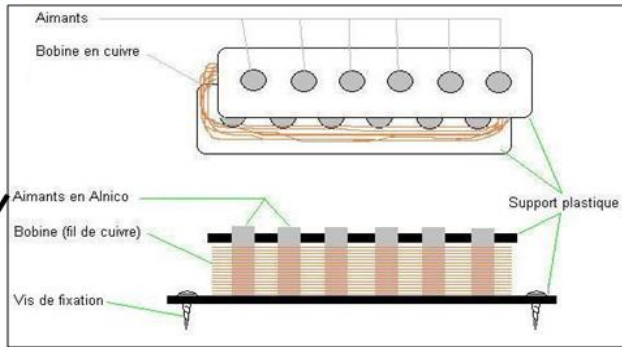
Corde vibrante

Doc4 les différentes parties de la guitare



doc 5 guitare électrique

La guitare électrique est le plus souvent dépourvue de caisse de résonance, car la vibration des cordes est transformée en son indirectement. Elle est d'abord captée par des micros situés sous les cordes, qui la traduisent en un signal électrique qui sera transformé en son par le haut-parleur d'un amplificateur pour guitare électrique. Son corps est donc simplement constitué d'une pièce de bois assez épaisse, sur laquelle sont fixés chevalet, manche et parfois cordes.



Le principe de fonctionnement des micros est très simple : il s'agit du principe physique des courants induits
En gros : les cordes de guitare électrique sont en acier (alliage contenant du fer). En vibrant au dessus des aimants (et donc en perturbant le champ magnétique généré par ces derniers), un courant alternatif dit courant induit se crée dans la bobine. L'énergie mécanique (vibration de la corde) est donc transformée en énergie électrique. La fréquence du courant induit est identique à la fréquence de la vibration de la corde.
Ce courant induit traverse les potentiomètres, puis passe dans le cordon jack et arrive enfin à l'ampli qui se charge (fort logiquement) de l'amplifier, puis de le transmettre enfin au haut parleur (l'énergie électrique est donc retransformée en énergie mécanique au niveau du haut parleur).

TRAVAIL

1- La position des frettes

- Ouvrir le fichier frette.xls
- Compléter la cellule L = (longueur des cordes en cm)
- 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 :
$$L_2 = \frac{L_1}{\sqrt[12]{2}}$$
 (L1 : longueur corde frette1 ; L2 : longueur corde frette2 inférieure). Faire compléter par une formule la colonne « position » des frettes.
- 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

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 ?

3- Questions

- La tension des cordes
 - 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.
 - Démontrer la formule utilisée au 1- c)
 - 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 ?
 - Pourquoi les cordes graves de la guitare sont-elle plus épaisses que les cordes aiguës ? Justifier clairement.
- Electrique ou acoustique

La corde d'une guitare acoustique vibre très rapidement à une fréquence F particulière. Ces vibrations sont transmises à la caisse de la guitare qui fait vibrer les couches d'air produisant un son. Cela ne se passe pas de la même façon pour une guitare électrique (doc 5) .

 - 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.
 - Une guitare électrique a-t-elle besoin d'un résonateur ? Expliquer dans quelle mesure les micros d'une guitare électrique fonctionnent sous le même principe qu'un sismomètre (voir TP Tsunami).