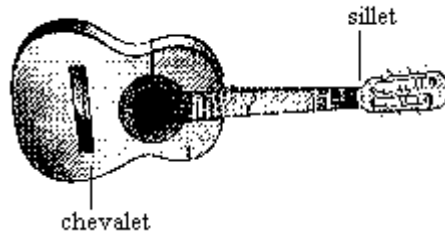


" Une guitare à la main,
J'ai peur de rien."
Peur de rien Blues
(J-J Goldman)

Le manche de la guitare

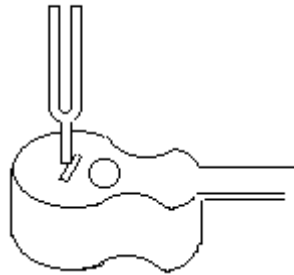
Objectifs : Comprendre les modes de vibrations d'une corde de guitare. Déterminer la longueur de corde entre une frette et le chevalet correspondant à une note donnée.



1-Le diapason : Une seule note C (do) de fréquence 256Hz.

✍️ Rappeler la relation entre la fréquence et la période d'un phénomène périodique. Calculer la période T de la vibration du diapason transmise à l'air environnant.

Le son est peu perceptible sans l'amplification réalisée par la caisse de résonance. On utilise la caisse de résonance de la guitare.



Un instrument de musique est constitué de deux parties :

- un excitateur : système vibrant qui détermine la note
- une caisse de résonance qui amplifie le son et assure le couplage avec l'air environnant (diffuse le son)

2- La guitare :

✍️ Elle est constituée de plusieurs systèmes vibrants. Combien? Lesquels?

Et d'une seule caisse de résonance : la caisse.

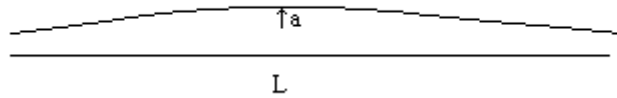
Les cordes de la guitare accordée correspondent aux notes : Mi (grave) La Ré Sol Si Mi (aigu).

✍️ Qu'est ce qui différencie la corde Mi aigu de la corde Mi grave?

En déplaçant le doigt sur le manche, on raccourcit la longueur de la corde : la note devient plus aigüe. La fréquence du système vibrant donc la note émise dépend de la longueur de la corde. Les cordes sont fortement tendues. La fréquence de la note (du système vibrant) dépend de la tension de la corde.

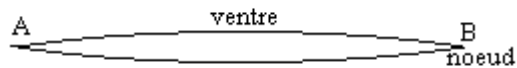
✍️ Sur quel paramètre agit-on pour accorder la guitare à l'aide des clés qui se trouvent en haut du manche?

Observation de la vibration de la corde au stroboscope :



Le stroboscope permet de ralentir le mouvement de la corde. On observe une amplitude de vibration de quelques mm pour une corde de 1/2 m

La corde de la guitare vibre en un seul fuseau



Observer la corde au stroboscope.

Pour quel point de la corde, le déplacement est-il maximal? minimal? le ventre? les nœuds?

Une simulation : La simulation se trouve à :

<http://www.univ-lemans.fr/enseignements/physique/02/meca/ondesta.html>

Sur l'ordinateur, charger le fichier ondesta.html du répertoire 'corde'. Exécuter la simulation en faisant varier le nombre de ventres.

Le mode fondamental : il correspond à la fréquence pour laquelle la corde vibre en un seul fuseau soit f_0 cette fréquence.
Les harmoniques : elles correspondent aux fréquences pour lesquelles la corde vibre en 2, 3, 4...n fuseaux et aux fréquences multiples de f_0 . $f_n = n f_0$. La première harmonique est obtenue pour $n=2$; la deuxième pour $n=3$ etc...

Lorsque la corde de la guitare vibre, le mode fondamental et ses harmoniques sont superposés. Le mode principal est le mode fondamental qui correspond à un seul fuseau et détermine la hauteur de la note. Il est enrichi par des harmoniques qui font vibrer en plus la corde en deux ou trois "fuseaux" de faible amplitude. Ces harmoniques déterminent l' "impression sonore", le timbre du son. Un piano et une guitare peuvent jouer la même note : même fondamental. Le timbre n'est pas le même car les harmoniques qui enrichissent la note sont différentes.

Le *la* le plus grave de la guitare correspond à une fréquence de 110 Hz. A quelle fréquence correspond la première harmonique?

Le tableau ci-dessous donne les fréquences de certaines notes. La_6 est la huitième note après la_5 . Entre la_5 et la_6 , il y a une **octave**.

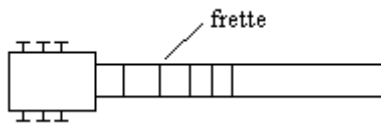
Notes	f en Hz	Note	f en Hz	Note	f en Hz
do ₅	1046	do ₆	2093	do ₇	4186
ré ₅	1175	ré ₆	2350	ré ₇	4699
mi ₅	1318	mi ₆	2637	mi ₇	5274
fa ₅	1397	fa ₆	2794	fa ₇	5588
sol ₅	1568	sol ₆	3136	sol ₇	6272
la ₅	1760	la ₆	3520	la ₇	7040
si ₅	1976	si ₆	3951	si ₇	7902

Quelle est la fréquence de la première harmonique de la_5 ? Quelle est la note correspondante? Que peut on dire de cette note? A quel indice i correspond la note la_i de fréquence 440 Hz?

Quelle est la fréquence de la deuxième harmonique de la_5 ? Quelle est la note correspondante?

Hauteur des notes et longueur des cordes :

Le manche de la guitare est divisé en intervalle par des incrustations métalliques appelées "frettes". Les frettes ne sont pas équidistantes.



Les frettes permettent de modifier la longueur de la corde vibrante. De l'extrémité du manche à la caisse de résonance, les frettes seront numérotées 0, 1, 2, 3 etc...Le tableau ci dessous donne la fréquence de la note correspondante à chaque frette pour la corde de la guitare la plus fine.

numéro de la frette	fréquence de la note	longueur (cm)
0	329	
1	349	
2	370	
3	392	
4	415	
5	440	
6	466	
7	494	
8	523	
9	554	
10	587	
11	622	
12	659	
13	698	
14	740	
15	784	
16	831	
17	880	
18	932	

Mesurer pour chaque frette, la longueur de la corde vibrante et compléter le tableau. Utiliser le tableur Excel et son grapheur pour trouver la loi qui relie la fréquence de la note et la longueur de corde vibrante

Faire sonner les harmoniques :

En **posant*** le doigt sur la frette correspondant au milieu de la corde et en pinçant la corde, on entend la première harmonique correspondant au fondamental "corde à vide".



* Juste poser le doigt, **ne pas presser** sur la corde pour la mettre en contact avec la frette.

Quelle est le numéro de cette frette?

Interpréter le phénomène en terme de fuseaux. Quelle est la note correspondant à cette harmonique si le fondamental est le Mi de la corde de la plus fine?

Où faut-il poser le doigt (numéro de la frette) pour faire sonner de la même façon les autres harmoniques $n=3$, $n=4$?

Matériel :

Une guitare, un diapason, un ordinateur avec Excel, un mètre ruban gradué au mm, un stroboscope, le fichier ondesta.html sur l'ordinateur.