

SON ET MUSIQUE

GUITARE : LONGUEUR DE LA CORDE ET NOTE OBTENUE

1. Données expérimentales.

Mig

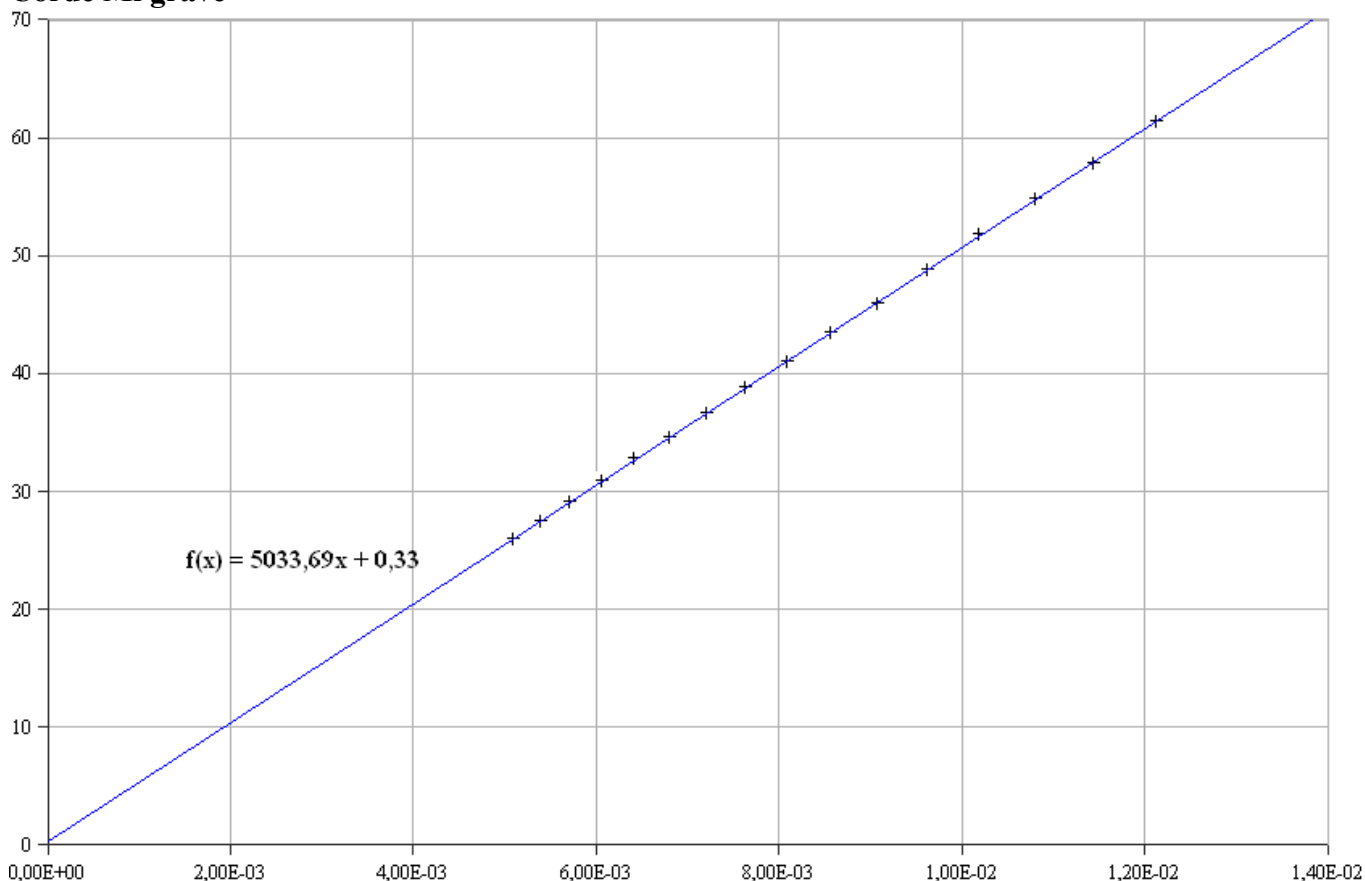
LA

RE

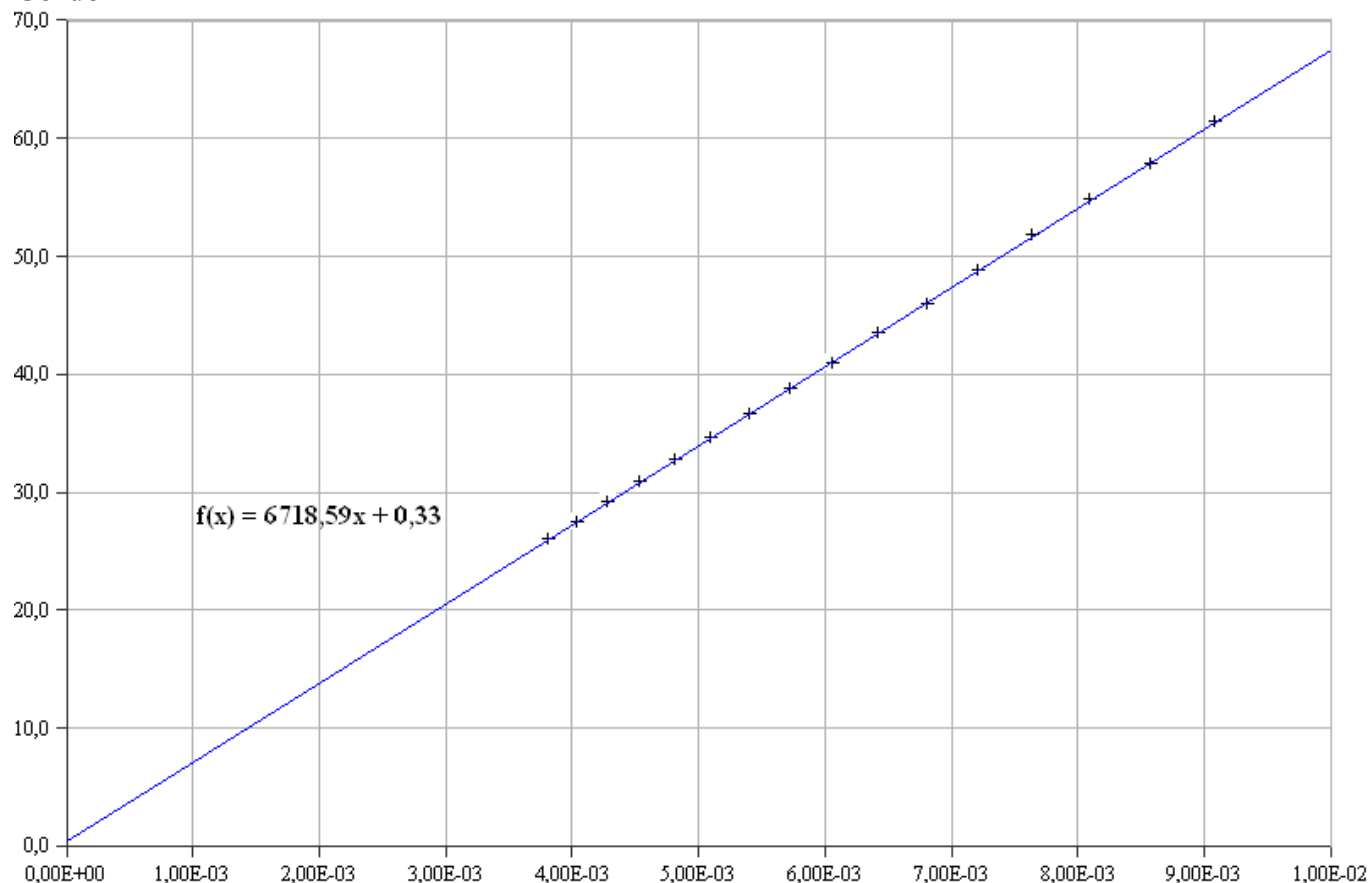
fréquence (Hz)	période (s)	longueur (cm)	fréquence (Hz)	période (s)	longueur (cm)	fréquence (Hz)	période (s)	longueur (cm)
82,41	0,01213	61,4	110,00	0,00909	61,4	146,83	0,00681	61,4
87,31	0,01145	57,9	116,54	0,00858	57,9	155,56	0,00643	57,9
92,50	0,01081	54,8	123,47	0,00810	54,8	164,81	0,00607	54,8
98,00	0,01020	51,9	130,81	0,00764	51,9	174,61	0,00573	51,9
103,83	0,00963	48,8	138,59	0,00722	48,8	184,99	0,00541	48,8
110,00	0,00909	46,0	146,83	0,00681	46,0	195,99	0,00510	46,0
116,54	0,00858	43,5	155,56	0,00643	43,5	207,65	0,00482	43,5
123,47	0,00810	41,0	164,81	0,00607	41,0	220,00	0,00455	41,0
130,81	0,00764	38,8	174,61	0,00573	38,8	233,08	0,00429	38,8
138,59	0,00722	36,6	185,00	0,00541	36,6	246,94	0,00405	36,6
146,83	0,00681	34,6	196,00	0,00510	34,6	261,62	0,00382	34,6
155,56	0,00643	32,8	207,65	0,00482	32,8	277,18	0,00361	32,8
164,81	0,00607	30,9	220,00	0,00455	30,9	293,66	0,00341	30,9
174,61	0,00573	29,2	233,08	0,00429	29,2	311,12	0,00321	29,2
185,00	0,00541	27,5	246,94	0,00405	27,5	329,62	0,00303	27,5
196,00	0,00510	26,0	261,63	0,00382	26,0	349,22	0,00286	26,0

Après quelques essais de différents diagrammes, le plus simple semble être celui dans lequel on porte la longueur de la corde en fonction de la période de la note jouée.

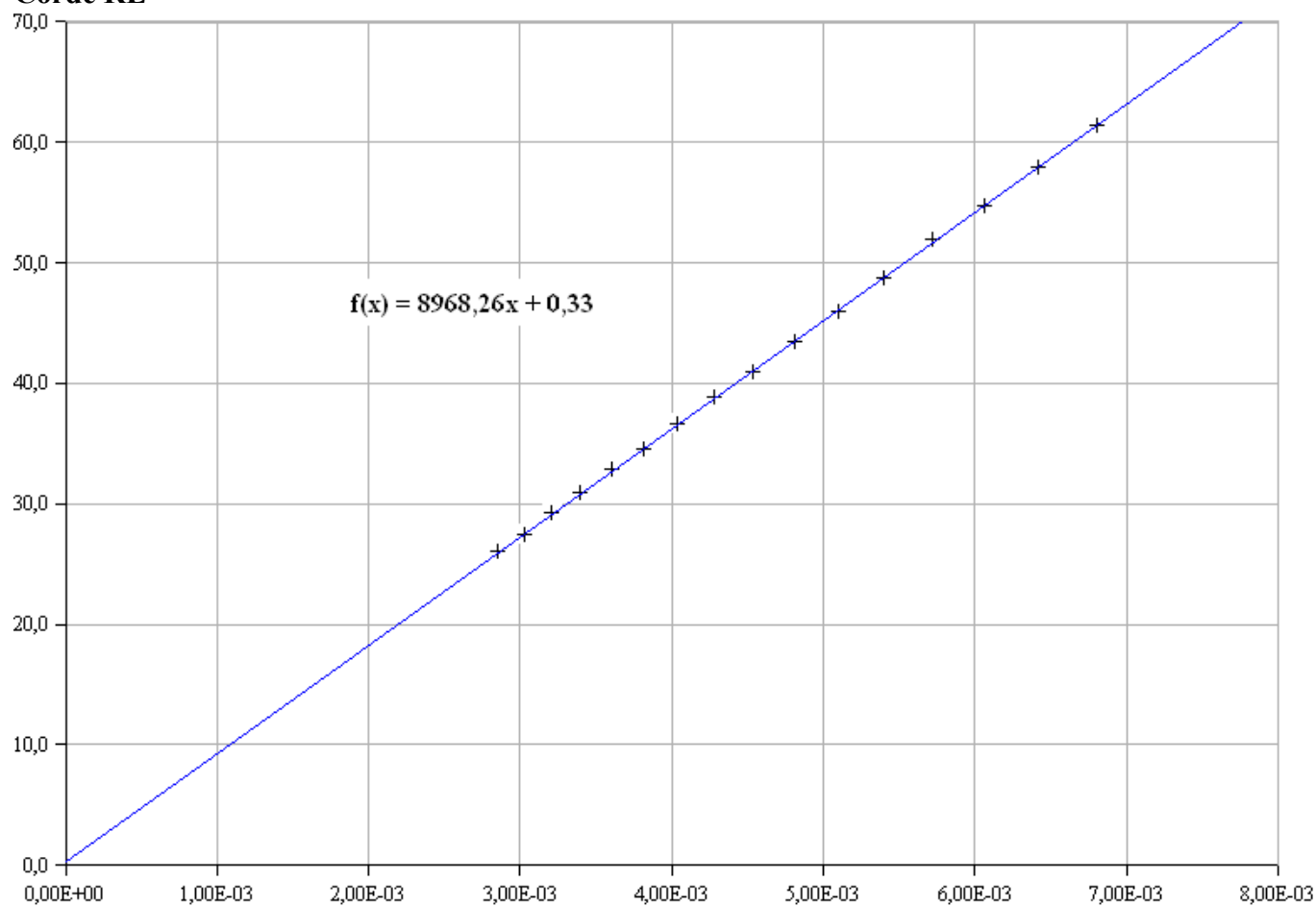
Corde Mi grave



Corde LA



Corde RE



On constate que pour les différentes cordes, il existe une relation de proportionnalité entre la longueur de la corde et la période $T = 1 / f$ de la note obtenue : $L = a T$

2. Théories.

Propagation des ondes transversales le long d'une corde :

La longueur d'onde λ est liée à la fréquence f de la vibration qui se propage : $\lambda = c / f = c T$
 c est la célérité de l'onde.

Ondes stationnaires :

Pour certaines fréquences, on observe des ondes stationnaires (fuseaux) le long de la corde (les interférences entre les différentes ondes réfléchies aux extrémités sont toutes constructives).

Pour des extrémités fixes, la condition pour obtenir des ondes stationnaires est : $L = n \lambda / 2$.

3. Exploitation des résultats dans le cadre d'une démarche scientifique

La théorie des ondes permet-elle de modéliser le comportement d'une corde de guitare ?

L'expérience montre que, pour une corde, $L = a T$

La théorie des ondes nous prédit que $L = \lambda / 2 = c T / 2$

L'expérience confirme la théorie, et on a une mesure presque directe de la célérité des ondes :

$$c = 2 a *$$

On constate que la célérité des ondes n'est pas la même pour toutes les cordes, qui diffèrent ici surtout par leur masse linéique (en supposant qu'elles ont des tensions voisines...voir plus loin) : la célérité dépend donc de la masse linéique de la corde (la célérité augmente quand la masse linéique de la corde diminue) : à ce stade, on ne peut pas conclure davantage.

* attention, dans les exemples, on trouve la célérité en cm/s

4. Recherches d'autres facteurs influençant la célérité

Pour une longueur de corde donnée, on constate que la tension de la corde modifie la fréquence de la note obtenue (la fréquence augmente avec la tension).

On en déduit que la célérité augmente quand la tension de la corde augmente.

On peut également faire la remarque suivante : supposons que l'on détende une corde pour la ramener à l'accordage de la corde immédiatement plus grave (par exemple la corde de sol accordée en ré) ; le calcul de la célérité se fait alors via les calculs de la corde immédiatement plus grave : la célérité est alors plus faible (voir les résultats numériques) ; on montre donc que la célérité diminue (ou augmente) quand la tension F de la corde diminue (ou augmente)

Une étude mécanique de la propagation des ondes le long d'une corde permet de calculer la célérité (théorique) des ondes transversales le long d'une corde (voir par exemple [ici](#), ou [là](#))

$$c = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

Les résultats obtenus confirment qualitativement cette relation ; une étude quantitative de ces facteurs est plus délicate...

pour la suite....

Quelle(s) expérience(s) permettraient de vérifier quantitativement la relation $c = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$?