

3

OBJECTIF
Relier la fréquence fondamentale d'un signal à la longueur d'une corde vibrante

LE SON ÉMIS PAR UNE CORDE VIBRANTE

Tout ce qui vibre génère un son : les feuilles agitées par le vent, les cordes vocales, les cordes d'un violon ou d'une guitare... Les instruments à corde sont ainsi capables d'émettre des sons correspondant à des notes bien déterminées.

De quels paramètres le son émis par une corde vibrante dépend-il?

→ Des vibrations particulières

1 Les instruments et les notes



Une guitare comporte six cordes tendues, de masses linéiques* (épaisseurs) différentes, que l'on peut faire vibrer. Les fréquences des notes que l'on peut jouer sont différentes :

- la fréquence de la note produite par la vibration d'une corde dépend de son épaisseur et de sa tension T . En tournant une clé, le guitariste tend plus ou moins chacune des cordes et modifie la fréquence de la note;
- le guitariste peut modifier les longueurs des cordes en les pinçant et ainsi faire varier la fréquence du son émis. Dans le cas des instruments à vent, c'est la vibration d'une colonne d'air qui permet l'émission d'un son. Ainsi, la fréquence est associée à la longueur de la colonne d'air.

Vidéo

Comment faire vibrer une colonne d'air ?

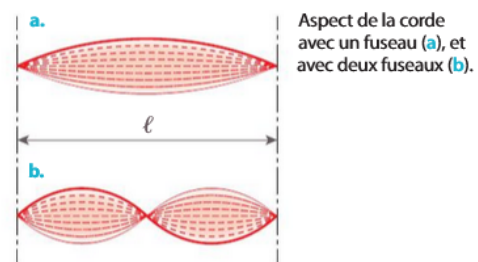
hatier-clic.fr/es1186

2 Franz Melde (1832-1901)

Physicien allemand, Franz Melde a travaillé sur les ondes acoustiques. En fixant une corde à ses deux extrémités, il observe que s'il la fait vibrer avec certaines valeurs de fréquences, la corde forme un ou plusieurs fuseaux de grande amplitude : elle entre en résonance.

Il découvre alors que la fréquence fondamentale du son émis correspond à la fréquence pour laquelle la corde vibre en ne formant qu'un seul fuseau.

Mais la corde peut présenter plusieurs fuseaux. Dans le cas de deux fuseaux, la fréquence avec laquelle la corde vibre est appelée premier harmonique. La fréquence permettant d'observer trois fuseaux est le second harmonique, et ainsi de suite.



* VOCABULAIRE

Masse linéique : grandeur, notée μ (en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-1}$) qui correspond à la masse m de la corde par unité de longueur ℓ : $\mu = \frac{m}{\ell}$.

QUESTIONS

- 1 Comment un son est-il obtenu avec une guitare ?
- 2 Comment évolue la fréquence du son émis par la corde de l'instrument si on la tend davantage ?
- 3 Si la fréquence d'une note jouée à la guitare est 440 Hz, calculer la fréquence de la note émise en pinçant la même corde en son milieu.
- 4 De quels paramètres la fréquence fondamentale du son émis par une corde dépend-elle ?
- 5 Quel phénomène se produit dans les instruments à vent ? De quels paramètres la fréquence du son émis dépend-elle ?

→ Pour approfondir : ex. 14 p. 193

FORMULE

La **fréquence fondamentale**, notée f_1 , du son émis par une corde vibrante de longueur ℓ est donnée par la relation :

$$f_1 = \frac{1}{2 \times \ell} \times \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

⚙️ Penser la science >>>

Comprendre la place du savoir scientifique dans les controverses

En 1850 le pont d'Angers s'effondre, tuant près de 200 soldats le traversant. Le tablier du pont serait entré en résonance à cause de la fréquence de la marche au pas du régiment, pourtant interdite. Mais le vent pourrait aussi être la cause de cet effondrement...

- Pourquoi l'attribution de la destruction du pont relève-t-elle d'une controverse ?

→ Se positionner face à une controverse, p. 18

→ L'expérience de la corde de Melde

Protocole expérimental

- ▶ Relier les extrémités de la corde au vibreur alimenté par le GBF (Générateur basse fréquence) et à la masse de 50 g par l'intermédiaire de la poulie.
- ▶ Régler la longueur de la corde située entre le vibreur et la poulie à 50 cm.
- ▶ Faire varier la fréquence du GBF jusqu'à ce que la corde vibre en ne formant qu'un fuseau avec une amplitude maximale. Noter la valeur de la fréquence f_1 correspondante.
- ▶ Relever de même la fréquence f_2 correspondant à l'obtention de deux fuseaux, puis la fréquence f_3 correspondant à trois fuseaux.
- ▶ Renouveler l'expérience en réglant la longueur de la corde à 1 mètre.

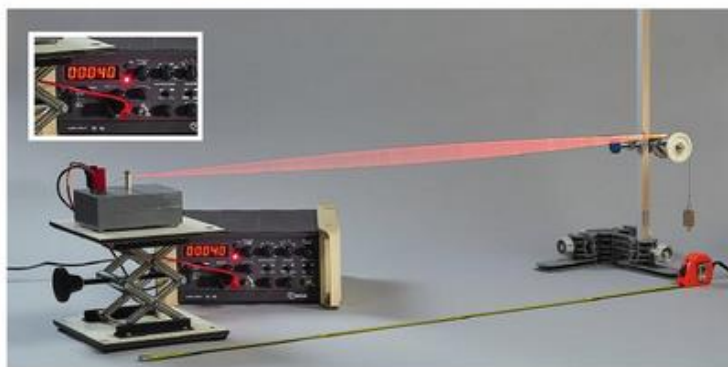
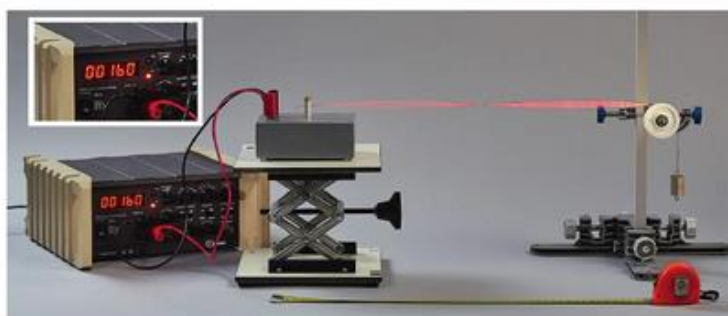
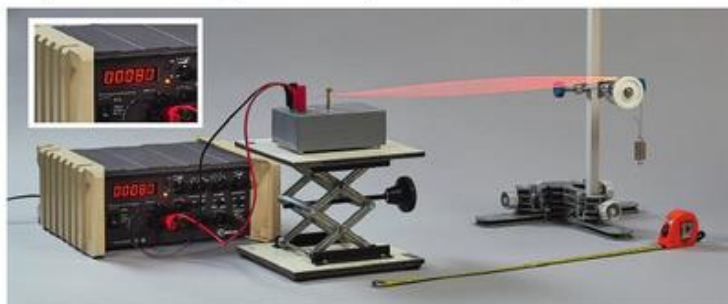
Remarque : le son émis par la corde a la même fréquence que celle imposée à la corde par le GBF.

Matériel

- une corde
- un vibreur
- un GBF
- une masse marquée de 50 g, suspendue à un crochet
- une poulie fixée sur une potence
- un mètre, des fils de connexion

Observations

L'aspect de la corde dépend de la fréquence avec laquelle elle vibre.



3 Résultats

Longueur ℓ de la corde (en m)	0,50	0,50	0,50	1,00	1,00
Fréquence f (en Hz)	80	160	240	40	80
Nombre de fuseaux	1	2	3	1	2

QUESTIONS

- Quelle est la valeur de la fréquence fondamentale du son émis par la corde de 50 cm ?
- Pour une même longueur de corde, quelle relation existe-t-il entre les valeurs de la fréquence fondamentale et celles des harmoniques ?
- Expliquer comment prévoir théoriquement la valeur de la fréquence fondamentale mesurée avec une corde de 25 cm.
- Quelle est l'influence de la longueur de la corde sur la fréquence fondamentale du son émis ?
- Comment peut-on expliquer le fait que les sons émis par les cordes d'une contrebasse soient plus graves que ceux émis par les cordes d'un violon ?

→ Pour approfondir : ex. 13 p. 193