



Emission de sons

But : Corde vibrante – Lien entre fréquence et longueur de la corde - Parallèle avec les instruments à vents.

1. Instrument à corde

De nombreux instruments de musique utilisent des cordes tendues pour produire des sons (guitare, violon, piano, harpe, etc ...), ils font partie de la famille des instruments à cordes.

La production du son est basée sur le principe des "cordes vibrantes".

1.1. Observation initiale

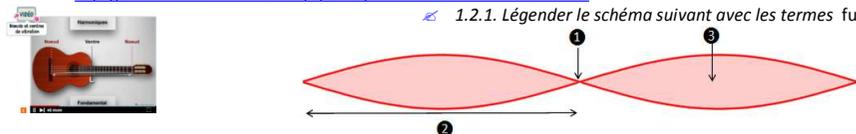
- Regarder la **vidéo n°1** « Visualizing vibrations on singing strings » : <https://www.youtube.com/watch?v=ttgLyWFJNJI&list=RD8YGQmV3NxmI&index=5>

- 1.1.1. Que font les cordes lorsqu'elles émettent un son ?
- 1.1.2. Que font-elles apparaître lorsqu'elles vibrent ?

1.2. Modes propres de vibration d'une corde

- Regarder la **vidéo n°2** « Nœuds et ventres de vibration » : <https://www.edumedia-sciences.com/fr/media/778-noeuds-et-ventres-de-vibration>

- 1.2.1. Légendez le schéma suivant avec les termes fuseau, ventre, nœud



- 1.2.2. Comment s'appelle le mode de vibration de la corde ne présentant qu'un seul fuseau ?
- 1.2.3. Même question pour celui présentant deux fuseaux. Idem pour trois fuseaux.
- 1.2.4. Le son produit correspond à la fréquence de quel mode de vibration de la corde ?

1.3. Etude simulée des modes de vibration

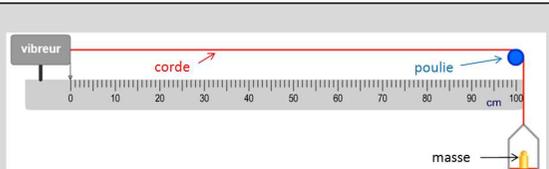
- Pour cette étude, utiliser l'**animation n°1** « Corde de Melde » : http://www.ac-grenoble.fr/disciplines/spc/genevieve_tulloue/file/gtulloue/Ondes/ondes_stationnaires/melde.html

Dispositif expérimental : Vibreur de fréquence f variable.

A l'extrémité du vibreur est accrochée une corde. L'autre extrémité de la corde est accrochée à un objet pesant qui permettra de tendre la corde. La corde passe dans la gorge d'une poulie qui jouera le rôle d'obstacle fixe. Seule la partie horizontale de la corde peut vibrer.

Par déplacement du vibreur, (vers la droite), on peut modifier la longueur vibrante de la corde.

Le changement de la masse de l'objet suspendu permet de modifier la tension F de la corde ($F = P$: la poulie ne modifie que la direction de la force et non l'intensité).



- Faire varier la fréquence du vibreur et noter les valeurs permettant d'obtenir les formes contenues dans le tableau suivant :

Fréquence f_n du vibreur	Aspect de la corde	Nombre de fuseaux	Calculer f_n / f_1	Mode (*)
$f_1 =$		$n =$		
$f_2 =$		$n =$		
$f_3 =$		$n =$		
$f_4 =$		$n =$		
$f_5 =$		$n =$		

(*) : remplir avec *fondamental* ou *harmonique* et préciser le rang.

- 1.3.1. La corde vibre-t-elle sous l'effet de n'importe quelle fréquence du vibreur ?
- 1.3.2. Que vérifient les fréquences qui font vibrer la corde ?
- 1.3.3. Quelle serait la fréquence du "son" produit par cette corde ?

1.4. Influence de la tension de la corde

- Modifier la tension de la corde en déplaçant le curseur de la masse jusqu'à la valeur **70 g**.

- 1.4.1. La corde est-elle plus ou moins tendue que précédemment ?
- 1.4.2. Déterminer les fréquences des différents modes de vibration de la corde. Donner leurs valeurs.
- 1.4.3. Ces valeurs vérifient-elles la même relation qu'à la question 1.3.2. ? Argumenter.
- 1.4.4. Avec cette nouvelle tension, le son produit serait-il plus aigu ou plus grave que le précédent ? Argumenter.

1.5. Influence de la longueur de la corde

- Revenir à la tension initiale masse : 36 g et déplacer le vibreur pour que la longueur de la corde soit de **85 cm**.
 - 1.5.1. Déterminer les fréquences des différents modes de vibration de la corde. Donner leurs valeurs.
 - 1.5.2. Ces valeurs vérifient-elles la même relation qu'à la question 1.3.2. ? Argumenter.
 - 1.5.3. Avec cette nouvelle longueur, le son produit serait-il plus aigu ou plus grave que le précédent (1.3.) ? Argumenter.

1.6. Bilan

Le son produit par une corde dépend de plusieurs paramètres : sa longueur (L), sa tension (F) et sa masse linéique (μ : la masse linéique est la masse par unité de longueur, donc plus une corde est épaisse, plus sa masse linéique est grande). Revoir éventuellement la vidéo n°1 pour répondre à la question suivante.

- 1.6.1. Sur une guitare, les cordes les plus épaisses sont-elles celles produisant les sons les plus graves ou les plus aigus ? Plusieurs relations donnant la fréquence d'une corde en fonction des paramètres précédents (L , F et μ) sont proposées ci-dessous. Une seule est cohérente avec les observations précédentes.

$$f_1 = 2 \times L \times \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad f_1 = \frac{1}{2 \times L} \times \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad f_1 = \frac{1}{2 \times L} \times \sqrt{\frac{\mu}{F}} \quad f_1 = 2 \times L \times \sqrt{F \times \mu}$$

- 1.6.2. Analyser les relations et choisir, en argumentant, la relation qui convient.

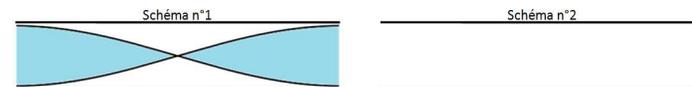
2. Tuyau sonore

De nombreux instruments de musique utilisent tuyaux remplis d'air pour produire des sons (flute, saxophone, clarinette, trompette, orgue, etc ...), ils font partie de la famille des instruments à vents. La production du son est basée sur le principe des "tuyaux sonores".

2.1. Vibrations à l'intérieur d'un tuyau

- Regarder la **vidéo n°3 eduMedia** « Fréquence de résonance » : <https://www.edumedia-sciences.com/fr/media/788-frequence-de-resonance>

- 2.2.1. Toutes les fréquences permettent-elles au tuyau de résonner ?
- 2.2.2. Les extrémités (ouvertes) du tuyau correspondent-elles à un minimum ou un maximum de déplacement de l'air ? L'aspect du tuyau pour le mode fondamental est représenté ci-dessous sur le schéma n°1 (la courbe représentant l'amplitude des vibrations).



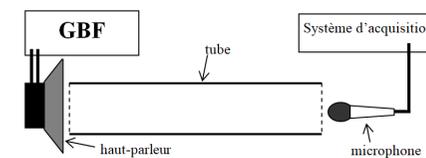
- Exploiter l'**animation n°2 eduMedia** « Tube de Kundt » pour retrouver la valeur de la fréquence du mode fondamental : <https://www.edumedia-sciences.com/fr/media/448-tube-de-kundt>

- 2.2.3. Reproduire le schéma n°2 et y représenter l'aspect du tuyau pour l'harmonique de rang 2.

2.2. Etude expérimentale

Dispositif (schéma ci-contre)

Un haut parleur est alimenté par un GBF (générateur basse fréquence) délivrant une tension sinusoïdale de fréquence f_{GBF} réglable. Le haut parleur est placé devant l'une des ouvertures d'un tuyau. Le microphone est placé devant l'autre ouverture du tuyau.



La longueur du tuyau est $L = 0,665$ m, son diamètre est de 10 cm.

Mesures

La valeur de la fréquence du GBF a été augmentée progressivement à partir de la valeur 50 Hz. On constate alors, à l'oreille que pour certaines fréquences la sensation auditive est plus importante (ce qui est confirmé par l'amplitude du signal observé à l'aide du système d'acquisition). Ce sont les **fréquences de résonance du tuyau**.

Ces valeurs ont été consignées dans le tableau ci-dessous.

	1 ^{ère} valeur ($n = 1$)	2 ^{ème} valeur ($n = 2$)	3 ^{ème} valeur ($n = 3$)	4 ^{ème} valeur ($n = 4$)
f_{GBF} (Hz)	229	456	686	910
f_n / f_1	1			

Utilisation des mesures

- 2.2.1. Faire les calculs permettant de remplir la dernière ligne de tableau.
- 2.2.2. Quelle est la fréquence du fondamental ?
- 2.2.3. Quelle relation existe entre la fréquence du fondamental et celles des harmoniques ?

2.3. Influence de la longueur du tuyau

On recommence le même type de mesure que précédemment mais avec un tuyau de longueur $L' = 0,450$ m et de même diamètre. Les valeurs permettant la résonance sont consignées ci-dessous

	1 ^{ère} valeur ($n = 1$)	2 ^{ème} valeur ($n = 2$)	3 ^{ème} valeur ($n = 3$)	4 ^{ème} valeur ($n = 4$)
f_{GBF} (Hz)	321	640	962	1 281

- 2.3.1. Quelle est la fréquence du fondamental ?
- 2.3.2. La longueur du tuyau a-t-elle une influence sur la hauteur du son produit ? Argumenter.