

## **I. Oscillations d'une corde tendue**

### **1. Oscillations libres d'une corde de guitare**

**Q.1.**Le phénomène physique qui permet d'avoir une tension aux bornes de la corde lorsqu'elle vibre dans l'entrefer de l'aimant est l'induction électromagnétique.

**Q.2.**Le signal observé n'a pas la même forme dans chaque cas. Ces sons n'ont pas le même timbre.

**Q.3.**Ces différents sons ont la même fréquence. Ces sons ont donc la même hauteur

**Remarque:** pour trouver  $f$ , on peut:

→ chercher  $T$  avec le réticule, puis calculer  $f=1/T$  ;

→ réaliser un spectre en fréquences, puis déterminer la fréquence du 1<sup>er</sup> harmonique.

**Q.4.**La caisse de résonance permet d'augmenter l'intensité sonore. Elle n'a aucun effet sur la fréquence du son produit par la corde.

**Q.5.**Les barres qui apparaissent dans ce spectre représentent les divers harmoniques dont est composé le son.

### **2. Oscillations forcées d'une corde de guitare**

**Q.6.** $f_1= \quad \text{Hz}, f_2= \quad \text{Hz}, f_3= \quad \text{Hz} \dots$

Ces fréquences correspondent à celles des différents harmoniques du son produit par la corde lorsqu'elle oscille librement.

**Q.7.**On observe un fuseau pour  $f=f_1$ . On observe un fuseau pour  $f=f_2$ .

## **II. Étude des différents paramètres influençant la vibration d'une corde**

### **1. Dispositif expérimental**

#### **Expérience 1 : Détermination expérimentale d'une fréquence propre**

**Q.8.** $f=28\text{Hz}$ .

**Q.9.**On observe trois ventres. Un au centre de chacun des fuseaux.

**Q.10.**La source de vibration A se confond pratiquement avec un nœud. L'extrémité fixe de la corde B est nécessairement un nœud (Point fixe).

**Q.11.**La corde dessine une succession de sinusoïdes d'amplitudes plus ou moins grandes.

#### **Expérience 2 : Détermination expérimentale de la longueur d'onde $\lambda$**

**Q.12.**La longueur d'onde est la distance la plus courte qui sépare deux points de la corde qui vibrent en phase. La distance entre deux ventres (ou entre deux nœuds) consécutifs est donc égale à  $\lambda/2$ .

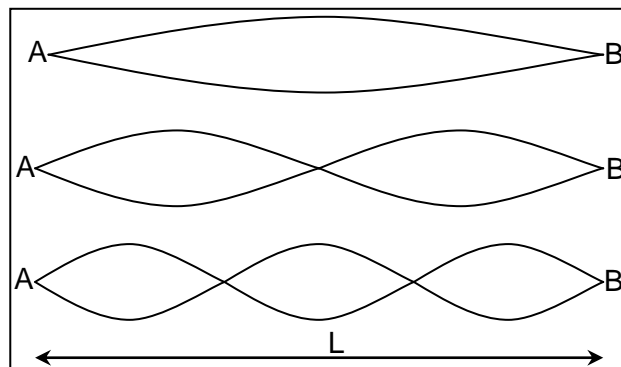
**Q.13.**Pour un fuseau, on a  $L=1 \times (\lambda/2)$ .

Pour deux fuseaux, on a  $L=2 \times (\lambda/2)$ .

Pour trois fuseaux, on a  $L=3 \times (\lambda/2)$ .

Pour  $n$  fuseaux, on a  $L=n \times (\lambda/2)$ .

On a donc la relation  $2L=n \times \lambda$  avec  $n$  le nombre de fuseaux.



**Q.14.**Protocole expérimental :

❖ Choisir une fréquence de vibration donnée, par exemple  **$f=28\text{Hz}$** .

❖ Placer une masse marquée de valeur connue à l'extrémité de la corde, par exemple  $m=100\text{g}$ .

❖ Faire varier  $L$  pour obtenir un nombre  $n$  de fuseaux donné.

❖ Mesurer la valeur de  $L$ .

❖ On peut ensuite calculer  $\lambda$  pour chaque cas, ou tracer la courbe représentative de  $L=f(n)$  qui a pour coefficient directeur  $\lambda/2$ .

❖ Les résultats des mesures sont donnés dans le tableau ci-dessous.

nombre de fuseaux $n$	1	2	3	4	5
$L$ (m) (exp)	0,28	0,53	0,8	1,07	1,33
$\lambda$ (m) (calcul)	0,56	0,53	0,53	0,54	0,53

**Q.15.** $\lambda \approx 0,54\text{m}$ .

**Q.16.** $v=\lambda \times f=0,54 \times 28 \approx 15\text{m.s}^{-2}$ .

#### **Expérience 3 : Fréquences propres de la corde**

**Q.17.** $f_1=9\text{Hz}$  (ou  $10\text{Hz}$ )

**Q.18.** $f_2=18\text{Hz}$  (ou  $19\text{Hz}$ )  $f_3=28\text{Hz}$ ,  $f_4=37\text{Hz}$ .

**Q.19.**On a donc  $f_2=2 \times f_1$ ,  $f_3=3 \times f_1$ ,  $f_4=4 \times f_1$ , donc on a une relation du type  $f_n=n \times f_1$  avec  $n$  un entier naturel.

#### Expérience 4 : Influence des paramètres du dispositif sur le nombre n de fuseaux

**Q.20.** Ces paramètres sont: la longueur L de la corde, la valeur F de la tension de la corde, la masse linéique de la corde, et la fréquence du vibreur.

**Q.21. et Q.22.** On ne doit faire varier que le seul paramètre d'étude. Les autres restant constants.

❖ Influence de L: On conserve f fixe, et m fixe, on modifie L.

On a déjà réalisé cette expérience. On a vu que **lorsque L augmente, alors n augmente**.

❖ Influence de la valeur de la tension de la corde: on prend L=80cm, et f=27 ou 28Hz

Pour m=50g, on a 4 fuseaux ; et pour m=200g, on a deux fuseaux.

On observe que **lorsque m augmente** (donc lorsque F augmente), **n diminue**.

❖ Influence de la fréquence de vibration f

On a déjà réalisé cette expérience. On a vu que **lorsque f augmente, alors n augmente**.

❖ Influence de la masse linéique

On observerait que **n augmente lorsque  $\mu$  augmente**.

### III. Instruments à percussion

#### 1. Analyse et synthèse de documents scientifiques : Activité 3 page 92

❖ La plupart des instruments à percussion n'émettent pas de sons musicaux, car leurs spectres en fréquences ne comprennent pas d'harmoniques dont les fréquences sont des multiples de la fréquence fondamentale.

❖ Ce type de spectre est appelé spectre inharmonique.

❖ La représentation graphique du document 2 correspond au son d'une caisse claire. Le phénomène ne semble pas périodique. La caisse claire de la batterie n'émet pas un son musical.

❖ En revanche, l'oscillogramme du son correspondant à une timbale est pratiquement périodique, comme le montre le document 3. Un coup de timbale étant perçu comme plus ou moins aigu, le son d'une timbale peut être qualifié de son musical.

#### 2. Problème : De nouvelles cloches pour Notre-Dame de Paris

a. ❖ Une cloche est un instrument de musique constitué d'un battant se trouvant à l'intérieur d'une pièce de bronze creuse à symétrie axiale. La cloche émet un son lorsqu'elle est frappée par le battant. La cloche se met à vibrer et transmet les vibrations à l'air ambiant, ce qui permet d'obtenir un son audible.

❖ Le son émis par la cloche est la superposition de modes de vibrations. Selon le mode de vibration, certaines zones de la cloche vont vibrer vers l'intérieur et d'autres zones vont vibrer vers l'extérieur. Ces zones sont séparées par des ensembles de points de vibration nulle, appelés « lignes nodales ». Ces modes de vibration sont analogues aux modes de vibration d'une corde (ou d'un tuyau sonore). Sur le **document 3**, les zones foncées et claires correspondent aux ventres de vibration et les lignes nodales (en blanc) correspondent aux noeuds.

❖ La cloche appartient à la famille des instruments à percussions. La pièce de bronze joue à la fois le rôle d'excitateur et de résonateur, alors que pour la guitare ou pour la flûte, l'excitateur et le résonateur sont distincts.

b. La hauteur du son émis par la cloche dépend de la taille, de la forme, du matériau de la cloche. Pour accorder une cloche, on modifie la répartition de matière.

c. On souhaite baisser la hauteur d'une note.

La cloche devra donc être plus massive. On souhaite obtenir une cloche émettant un son de fréquence  $f' = f/3$ . Le coefficient k est donc égale à 3. Ainsi  $m' = k^3 \times m = 3^3 \times m$ , donc  $m' = 27 \times m$ !

d. Au cours du temps, les cloches s'abîment et, en particulier, le matériau peut s'altérer et s'user. Par conséquent, le timbre et même la hauteur des notes sont altérés. Les cloches se désaccordent alors.