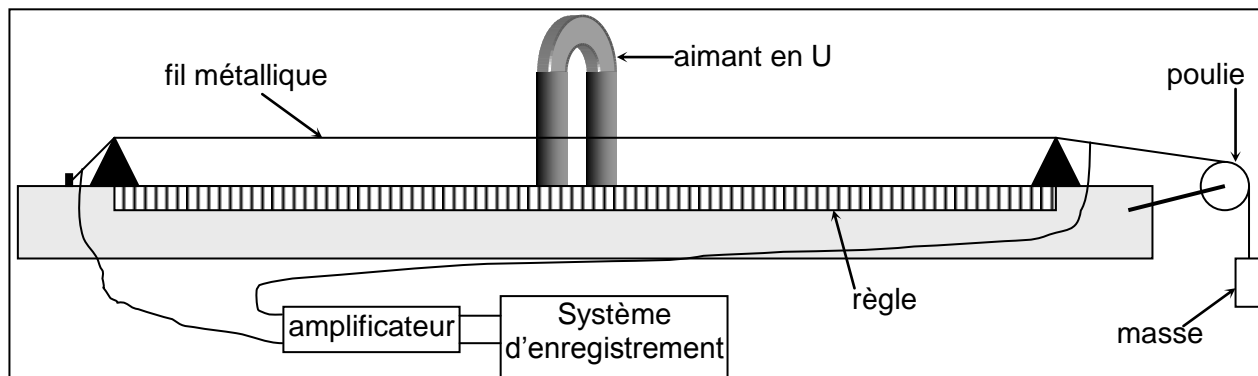


I. Oscillations d'une corde tendue

1. Oscillations libres d'une corde de guitare

❖ Lorsqu'elle est frappée (ou pincée), on dit qu'une corde tendue vibre librement (ou qu'elle effectue des oscillations libres).



❖ Soit le dispositif expérimental suivant :

❖ Pincer la corde et la lâcher. Simultanément, lancer l'acquisition.

❖ Effectuer de nouveau la manipulation :

→ En pinçant la corde d'une manière différente mais au même endroit que précédemment.

→ En pinçant la corde en un endroit différent du premier.

→ En frappant (légèrement) la corde.

Q.1. Quel est le phénomène physique qui permet d'avoir une tension aux bornes de la corde lorsqu'elle vibre dans l'entrefer de l'aimant ?

Q.2. Le signal observé a-t-il la même forme dans chaque cas ? Quelle est la caractéristique du son correspondant ?

Q.3. Le signal observé a-t-il la même fréquence dans chaque cas ? Quelle est la caractéristique du son correspondant ?

Q.4. Quel est le rôle de la caisse de résonance ? A-t-elle un effet sur la fréquence du son produit par la corde ?

❖ Choisir un cas où la corde est pincée, et réaliser (si ce n'est déjà fait) le spectre en fréquences du son émis.

Q.5. Rappeler ce que représentent les différentes barres qui apparaissent dans ce spectre.

2. Oscillations forcées d'une corde de guitare

❖ On remplace l'amplificateur par un générateur basses fréquences (GBF), suivi d'un amplificateur. On alimente ainsi la corde par un courant sinusoïdal de fréquence connue.

❖ (On pourra installer un ampèremètre dans le montage pour connaître l'intensité du courant circulant dans le fil ; ainsi qu'un rhéostat de protection).

❖ L'aimant est maintenu le plus près possible de la corde sans la toucher ; il est placé vers le milieu de la corde.

❖ Régler le GBF en signal sinusoïdal avec une fréquence d'environ 20 Hz.

❖ Augmenter progressivement la fréquence du signal délivré par le GBF jusqu'à ce que la guitare émette un son.

❖ Ajuster la fréquence pour obtenir le niveau sonore maximum. Noter alors la valeur f_1 de cette fréquence.

❖ Continuer d'augmenter progressivement la fréquence du GBF. Noter avec précision les valeurs f_n des fréquences successives pour lesquelles la guitare émet un son : rechercher chaque fois la position de l'aimant le long de la corde qui correspond à un niveau sonore maximum. Repérer la position des ventres (amplitude maximale) et des nœuds de vibration (amplitude minimale).

❖ Lors de cette expérience, on force la corde à osciller à la fréquence imposée par le générateur.

❖ Pour certaines fréquences, on observe que l'élongation a une grande amplitude. On dit que ces fréquences sont les « fréquences propres » de la corde.

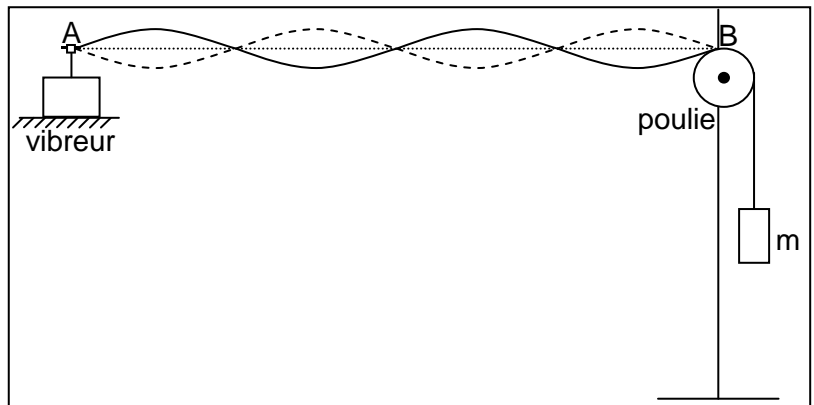
Q.6. Donner les valeurs des fréquences propres obtenues lors de l'expérience. À quoi correspondent ces fréquences ?

Q.7. Donner les aspects de la corde lorsqu'elle vibre à la fréquence propre f_1 , puis lorsqu'elle vibre à la fréquence f_2 .

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

Dispositif expérimental

- Un vibreur accroché à l'extrémité d'une corde horizontale, peut osciller verticalement.
- On peut régler la fréquence f de ce vibreur.
- La corde passe dans la gorge d'une poulie pour être tendue à son autre extrémité par une masse marquée m .
- À chaque manipulation il faut s'assurer que la corde reste dans l'axe du vibreur.
- Éteindre le vibreur dès que l'expérience est terminée.



Expérience 1 : Détermination expérimentale d'une fréquence propre

- ❖ Choisir une masse $m=100g$.
 - ❖ Régler la longueur de la corde pour obtenir $L=80cm$.
 - ❖ Mettre le générateur sous tension puis régler sa fréquence de façon à obtenir trois fuseaux dont les points ont une amplitude importante.
- Q.8.** Donner la valeur de la fréquence qui permet d'obtenir trois fuseaux.

❖ Un point dont l'amplitude est maximale est appelé un ventre. Un point dont l'amplitude est minimale est appelé un nœud.

Q.9. Combien observe-t-on de ventres?

Q.10. Que peut-on dire de la source de vibration A extrémité du vibreur, lorsqu'on a obtenu un maximum de renflement aux ventres? Qu'en est-il de l'extrémité fixe de la corde B?

Q.11. Observer le mouvement de la corde à l'aide d'un stroboscope. Quelles formes la corde prend-elle au cours du temps?

Expérience 2 : Détermination expérimentale de la longueur d'onde λ

Q.12. Rappeler ce que représente la longueur d'onde. En déduire ce que représente la distance entre deux ventres (ou entre deux nœuds) consécutifs.

Q.13. Montrer qu'il existe une relation simple entre la longueur d'onde λ , la longueur L de la corde, et le nombre n de fuseaux observés.

Q.14. Comment, à partir de la relation précédente, peut-on mesurer la longueur d'onde de l'onde stationnaire? Proposer un protocole expérimental.

❖ **Faire valider le protocole avant de poursuivre.**

❖ Réaliser le protocole validé.

Q.15. En déduire la valeur de λ .

Q.16. Calculer la célérité v de l'onde le long de la corde.

Expérience 3 : Fréquences propres de la corde

❖ Choisir une corde de longueur $L=80cm$ et une masse $m=100g$.

Q.17. Déterminer la fréquence du vibreur qui va permettre d'obtenir un seul fuseau. Soit f_1 cette fréquence.

Q.18. Déterminer ensuite les fréquences f_2, f_3, f_4 pour lesquelles on a respectivement 2, 3 et 4 fuseaux.

Q.19. Quelles relations existent-ils entre ces diverses fréquences appelées fréquences propres?

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

Q.20. Citer des paramètres qui sont susceptibles de modifier le nombre de fuseaux observés?

Q.21. Proposer un protocole expérimental pour l'étude de chaque paramètre.

❖ **Faire valider le protocole avant de poursuivre.**

❖ Réaliser le protocole validé.

Q.22. Conclure sur l'influence de chaque paramètre.

III. Instruments à percussion

1. Analyse et synthèse de documents scientifiques

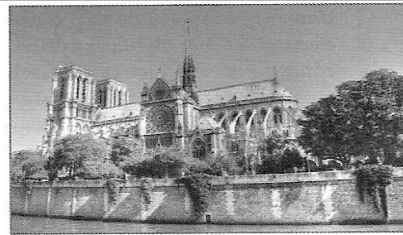
Activité 3 page 92.

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

Document 1 : Les cloches de Notre-Dame

Début 2012, quatre cloches de Notre-Dame de Paris ont été retirées pour être refondues. Elles ont été remplacées par neuf nouvelles cloches en 2013.

Selon le spécialiste des cloches Hervé Goriou, «[les cloches de Notre-Dame] sont endommagées et désaccordées». D'autre part, les nouvelles cloches devraient permettre de retrouver les sons tels qu'on pouvait certainement les entendre avant la Révolution Française.



Document 2 : Fonctionnement d'une cloche

Une cloche est un instrument à percussion, constituée d'une pièce de bronze homogène, mise en vibration par un battant. Les vibrations de la pièce de bronze sont transmises à l'air, ce qui permet d'entendre le son.

Les cloches sont fondues et coulées dans un moule par un fondeur de cloches. Une fois la cloche retirée du moule, le fondeur réalise de minutieuses retouches en retirant du métal à certains endroits pour que la cloche émette un son à la hauteur souhaitée.



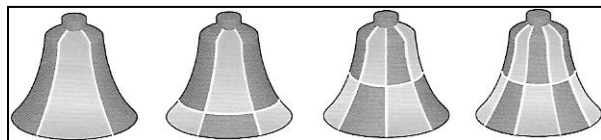
Document 3 : Modes de vibration d'une cloche

Une même cloche peut vibrer selon différents modes.

Un mode de vibration se caractérise par ses lignes nodales (en blanc sur la figure) où les vibrations sont nulles.

Deux domaines situés de part et d'autre d'une ligne nodale vibrent en opposition de phase: lorsque les points d'un domaine (en foncé) se déplacent vers l'extérieur de la cloche, ceux du domaine adjacent (en clair) se déplacent vers l'intérieur. Lorsque le battant frappe la cloche, en général plusieurs modes de vibration se produisent simultanément.

Lors de sa fabrication, la cloche est accordée en enlevant de la matière à certains endroits, ce qui modifie légèrement les modes de vibration.



Document 4 : Hauteur du son émis par une cloche

La hauteur d'un son correspond à la fréquence de ce son.

Le son émis par une cloche dépend des dimensions et de la masse de celle-ci: plus la cloche est grosse et massive, plus le son émis est grave, c'est-à-dire a une fréquence petite.

On peut dire, très approximativement, que lorsque l'on multiplie l'épaisseur et le diamètre de la cloche par k , et donc sa masse par k^3 , alors la fréquence du son émis est divisée par k .

Une octave est l'intervalle séparant deux notes dont le rapport de fréquences est égal à 2.

Questions

Comment une cloche émet-elle un son? Pour quelles raisons de nouvelles cloches ont-elles été installées à Notre-Dame?

a. Décrire le principe de production d'un son par une cloche. À quelle famille d'instruments appartient la cloche? Comparer au mode de fonctionnement d'instruments comme la guitare ou la flûte.

b. De quels paramètres dépend la hauteur du son émis par une cloche?

c. Par combien doit-on multiplier la masse d'une cloche pour obtenir une hauteur de son modifiée de trois octaves vers le grave?

d. Pour quelles raisons a-t-il été nécessaire de remplacer les cloches de Notre-Dame de Paris?