

DS de Spécialité n° 1 Le violon

Document 1 : un violon

Longueur de chaque corde du violon : $L = 55,0$ cm.

Les quatre cordes sont tendues sous une même tension $T = 245$ N.

La célérité v d'une onde se propageant le long d'une corde de masse linéique μ et soumise à une tension T est donnée par la relation :

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

Le schéma légendé d'un violon est proposé en figure 1.

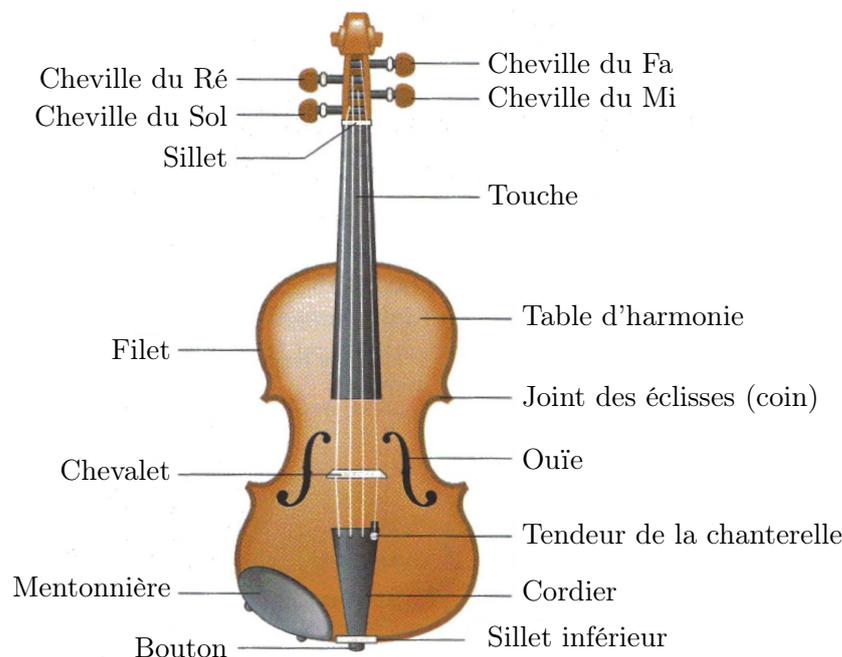


FIGURE 1 – Schéma d'un violon et nom de ses principaux constituants.

Document 2 : comment fonctionne un violon ?

Le violoniste fait vibrer les cordes du violon en les frottant avec son archet. La vibration de la corde est transmise à la caisse de résonance par le chevalet. La hauteur de la note dépend de la longueur et du diamètre de cette corde : plus la corde est longue et plus son diamètre est grand, plus le son produit est grave. Les quatre cordes ont la même longueur, mais elles sont chacune de diamètre différent. En plaquant fermement les cordes sur la touche avec les doigts de la main gauche, le violoniste raccourcit les cordes à volonté et produit ainsi toutes les notes de la gamme.

Document 3 : Ôde à une table d'harmonie

« Mais la table... Elle... La table d'harmonie!... Vous voyez bien... Ce dessus de violon finement galbé, ajouré de deux ouïes très fines en forme de "S". Ça s'appelle la table d'harmonie. La table d'harmonie, c'est le marbre de toutes les valse, le tapis de toutes

les prières, le tarmac de toutes les destinations. La table d'harmonie, c'est elle qui va transmettre et diffuser les vibrations à tout l'instrument, elle qui va lui donner sa couleur, son caractère, son impétuosité et sa douceur, sa générosité et ses caprices de diva. Qu'elles soient de tristesse ou de joie, un violon ne verse des larmes que par sa table d'harmonie... »

D'après D.Tiberi, <http://logographies.blogspot.com/2009/03/table-dharmonie.html>

Problématique La table d'harmonie fait toute la qualité d'un violon. Mais quel est son rôle exact ?

1. La table d'harmonie d'un violon

- 1.1. Identifier l'excitateur et le résonateur du violon. Quel est le rôle de chacun ?
- 1.2. Comment la hauteur du son émis par une corde est-elle modifiée ?
- 1.3. Par quels éléments les vibrations sont-elles transmises de l'excitateur au résonateur ?

2. Ondes émises par un violon

La nature et la tension des cordes sont telles qu'en vibrant sur toute leur longueur ($AO = L = 55,0$ cm), elles émettent des notes dont les caractéristiques sont données dans le tableau 1.

Corde	1	2	3	4
Note	sol ₂	ré ₃	la ₃	mi ₄
Fréquence (Hz)	196	294	440	659

TABLE 1 – Fréquences du fondamental des notes, pour chacune des quatre cordes d'un violon.

- 2.1. On fait vibrer une corde tendue du violon en la pinçant. On observe un fuseau. Un fuseau désigne ce qui est observable entre deux nœuds de vibration, autrement dit entre deux points de la corde qui ne vibrent pas.
 - 2.1.1. Le fuseau est-il dû à l'existence d'ondes longitudinales ou transversales ?
 - 2.1.2. Faire un schéma légendé de la corde.
 - 2.1.3. Expliquer que la longueur L de la corde vibrante soit liée à la longueur d'onde λ par la relation :

$$L = \frac{\lambda}{2}$$

- 2.2. Quand on accorde le violon, on règle successivement la tension mécanique des cordes pour qu'elles émettent un son correspondant à une fréquence donnée dans le tableau de l'énoncé. Pour cela, on tourne une cheville. Il s'intéresse d'abord à la corde « la₃ » et règle la hauteur du son en utilisant un diapason (440 Hz).
 - 2.2.1. Démontrer à partir du document 1 la relation :

$$2Lf = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

- 2.2.2. Quand la corde la₃ de masse linéique $\mu = 0,95 \times 10^{-3}$ kg·m⁻¹ est accordée, quelle est sa tension mécanique T ?
- 2.3. Pour jouer une note la₃ sur la corde de ré₃, un violoniste appuie en un point de celle-ci. En admettant que cela ne change pas la tension de la corde, quelle grandeur est modifiée ? À quelle distance du chevalet appuie-t-il sur la corde ?

2.4. En classe, le son émis par la corde « la₃ » du violon d'une part et le son émis par un diapason 440 Hz sont captés par un microphone relié à l'ordinateur. Un logiciel permet d'établir les spectres des fréquences reproduits sur la figure 2.

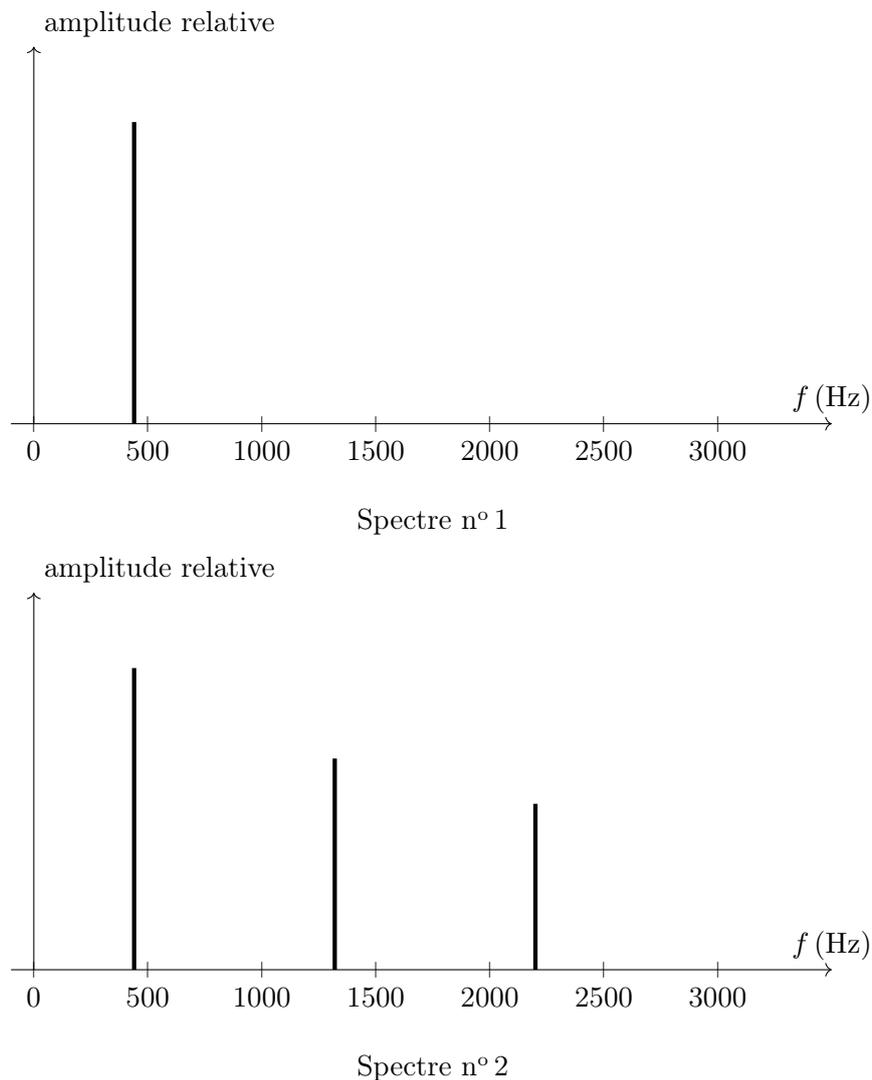


FIGURE 2 – Spectres émis par un violon d'une part et par un diapason d'autre part.

2.4.1. Identifier chacun des spectres en justifiant la réponse.

2.4.2. Entre les fréquences 0 et 3000 Hz, pour le spectre 2, quelles sont les fréquences des harmoniques manquants ?

3. Synthèse & réponse à la problématique

Déduire des documents, de vos connaissances et des questions précédentes une réponse à la problématique (l'importance de la table d'harmonie dans la qualité du son émis par un violon).

On attend une synthèse de quelques lignes. Nous sommes au début de votre apprentissage, je serais très indulgent, mais il faut néanmoins me rédiger une synthèse qui fasse intervenir à la fois les documents, les résultats des questions précédentes et vos connaissances (*bis repetita placent*).

2.4.2. Grâce aux lectures graphiques et calculs précédents, on constate l'absence des harmoniques paires $n = 2$, $n = 4$ et $n = 6$:

$$f_2 = 2f_1 = 2 \times 440 = 880 \text{ Hz}$$

$$f_4 = 4f_1 = 4 \times 440 = 1\,760 \text{ Hz}$$

$$f_6 = 6f_1 = 6 \times 440 = 2\,640 \text{ Hz}$$

3. Puisque la table d'harmonie est à la fois un élément qui transmet les vibrations entre les cordes et la caisse, et entre la caisse et l'air lors de l'émission du son, elle est donc de toute première importance. Sa forme et les matériaux qui la composent sont le résultat de choix très précis, selon un art et de techniques plusieurs fois centenaires.

Spé DS1 2015

- Excitateur : cordes ; Résonateur : caisse
- Raccourcir la corde en posant le doigt
- Vibrations : sillet, chevalet, table d'harmonie
- Onde transversale
- Schéma corde 1 fuseau
- Justification $L = \lambda/2$
- $\lambda = v/f$
- Démonstration $2Lf = \sqrt{T/\mu}$
- $T = 2,2 \times 10^2 \text{ N}$
- $L' = Lf/f'$ ou équivalent
- $L' = 36,8 \text{ cm}$
- Spectre n°1 son pur donc diapason
- Spectre n°2 son complexe donc violon
- Vérification $f_n = nf_1$ pour 3 et 5
- Harmoniques 2, 4 et 6 manquantes, justifié
- Explication importance table d'harmonie

Total .../16

Note .../20