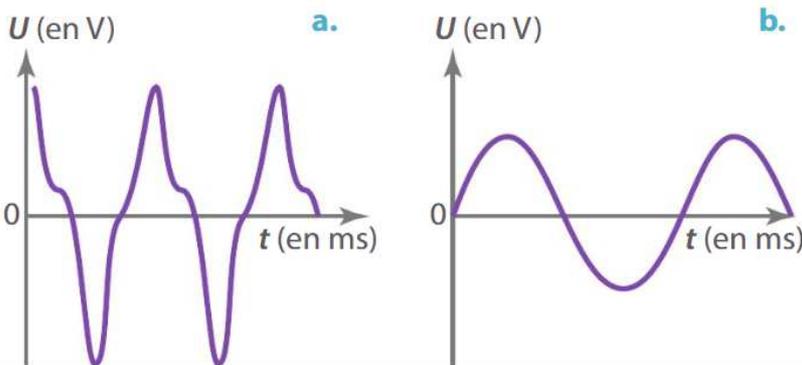


1 Vrai ou faux ?

- a. Le signal associé à un son pur est périodique.
- b. Le signal associé à un son composé est sinusoïdal.
- c. Le spectre d'un son permet de déterminer la valeur de sa fréquence fondamentale et de ses harmoniques éventuels.
- d. Le spectre d'un son pur ne présente qu'un seul pic.
- e. Sur le spectre d'un son composé, on observe plusieurs pics.
- f. La fréquence fondamentale est la plus basse valeur lue sur le spectre d'un son.
- g. Les fréquences des harmoniques d'un son composé sont des multiples de la fréquence fondamentale.

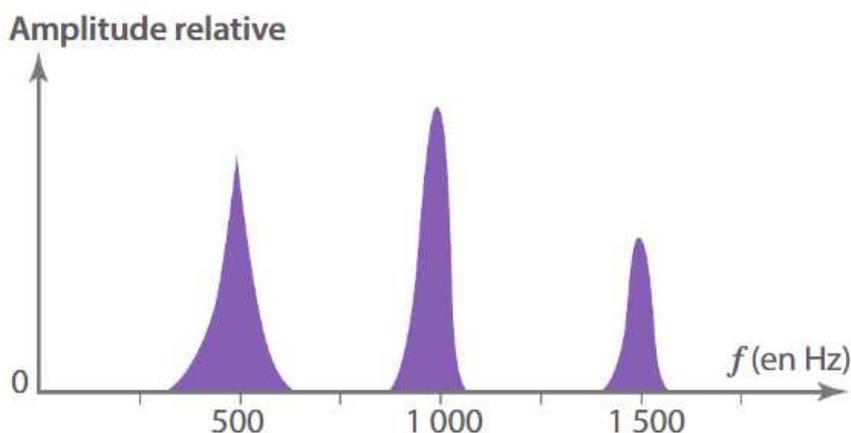
2 La bonne association

► Associer les signaux (a) et (b) ci-dessous à un son pur ou à un son composé.



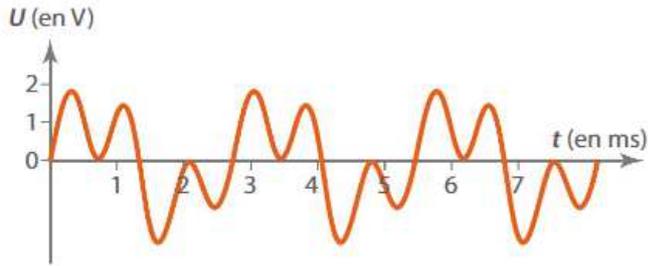
5 Lecture de spectres

- 1. Expliquer pourquoi le spectre ci-dessous correspond à un son composé.
- 2. Déterminer la valeur de la fréquence fondamentale et de celles des harmoniques.

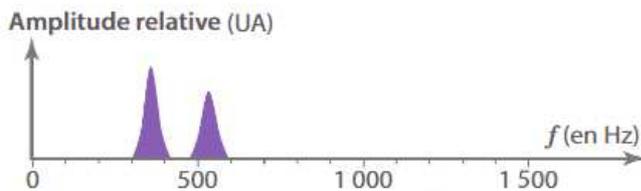
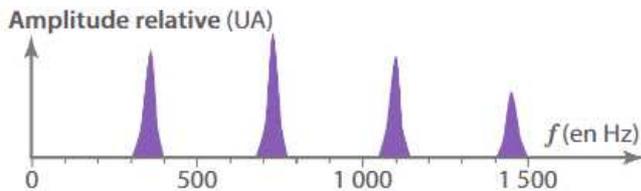
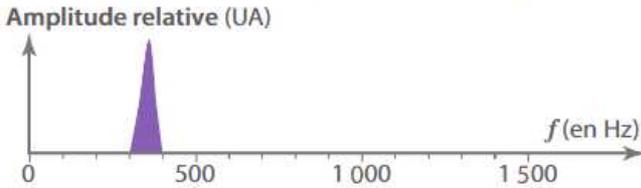


9 Spectre d'un son

Le son émis par un instrument a été enregistré avec un logiciel d'acquisition.

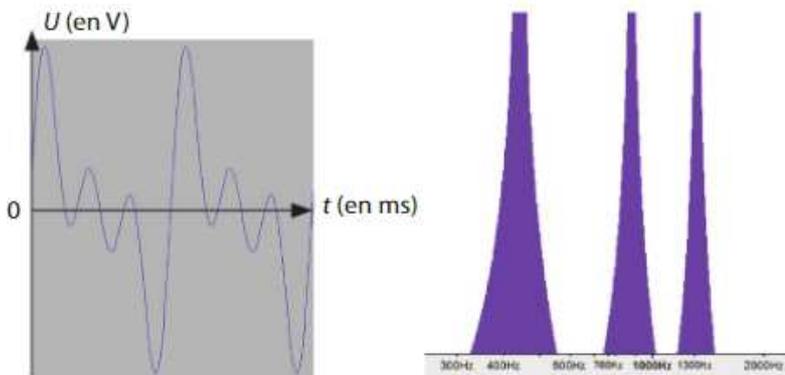


► Parmi les spectres ci-dessous, retrouver celui qui correspond au son enregistré. Justifier votre réponse.



10 Générer un son composé

Trois sons purs, de fréquences $f_1 = 440$ Hz, $f_2 = 880$ Hz et $f_3 = 1\,320$ Hz, de même amplitude, ont été additionnés grâce à un logiciel. Le signal du son résultant est le suivant.



1. Justifier que le son obtenu est un son composé.
2. À partir du spectre, déterminer la valeur de sa fréquence fondamentale et de ses harmoniques.
3. Montrer qu'un son composé résulte de l'addition de sons purs.

11 Calculer un niveau sonore

Lors d'un concert, un auditeur se situe à une distance d d'une trompette. Le son émis par cet instrument de musique est perçu par l'auditeur avec une intensité de $10^{-5} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

1. Quel est le niveau sonore du son reçu par l'auditeur ?
2. Montrer que le son émis par deux trompettes identiques, placées toutes deux à la distance d de l'auditeur, est perçu par ce dernier avec une intensité de $2 \times 10^{-5} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.
3. Calculer le niveau d'intensité sonore correspondant.

13 Accorder son violon

Un violon est constitué de quatre cordes, fabriquées avec le même matériau mais d'épaisseur différente, qui vibrent entre le chevalet et la cheville sur une longueur $\ell = 55,0 \text{ cm}$. Lorsque la violoniste pose un doigt sur une corde, elle modifie la longueur avec laquelle cette dernière peut vibrer.



Les fréquences fondamentales des notes émises par chaque corde, lorsque le violon est bien accordé, sont données dans le tableau ci-après.

Numéro de la corde	1	2	3	4
Fréquence fondamentale du son (en Hz)	196	294	440
Note de musique correspondante	<i>sol</i> 2	<i>ré</i> 3	<i>la</i> 3	<i>mi</i> 4

1. Classer les cordes de la plus épaisse à la plus fine. Justifier.
2. Lorsque la violoniste joue un *la* 3, elle constate que l'instrument est accordé trop haut (la fréquence du son émis est trop élevée). Décrire l'action à effectuer pour accorder la note sur la bonne fréquence. Quel paramètre de la corde modifie-t-elle alors, et de quelle façon ?
3. Les fréquences fondamentales des cordes ne sont pas choisies au hasard. Montrer que $f_{n+1} = 1,5 \times f_n$ où n est le numéro de la corde, et déterminer alors f_4 .

Correction :

1 a. Vrai.

b. Faux, le signal associé à un son composé est périodique mais non sinusoïdal.

c. Vrai.

d. Vrai.

e. Vrai.

f. Vrai.

g. Vrai.

2 Le signal (a) correspond à un son composé et le signal (b) à un son pur.

5 1. Le spectre correspond à un son composé car il présente plusieurs pics.

2. La valeur de la fréquence fondamentale correspond à la plus basse fréquence sur le spectre, soit $f_1 = 480$ Hz. Les fréquences des harmoniques sont les fréquences des autres pics, soit $f_2 = 960$ Hz et $f_3 = 1\,440$ Hz.

9 Le son enregistré est non sinusoïdal. Ce son n'est donc pas un son pur.

Sur le spectre de ce son, on doit donc observer plusieurs pics. Le premier spectre est donc à éliminer car il correspond à un son pur.

Sur l'enregistrement initial, deux motifs occupent 5,5 ms, la période du signal enregistré est donc $T = 2,75$ ms. Sa fréquence est donc $f = \frac{1}{2,75 \cdot 10^{-3}} = 3,6 \cdot 10^2$ Hz.

Sur le spectre du signal, on doit donc observer un premier pic pour la fréquence $f_1 = 360$ Hz ainsi que d'autres pics de fréquences multiples de f_1 (720 Hz, 1 080 Hz etc.).

Le second spectre correspond à la description attendue.

Le troisième spectre présente un premier pic à $f = 360$ Hz, mais le pic suivant est situé à 550 Hz environ, ce qui n'est pas correct.

Le spectre du son enregistré est donc le second spectre.

- 10** 1. Le son obtenu est un son composé car le signal obtenu n'est pas un signal sinusoïdal et son spectre présente plusieurs pics.
2. La fréquence fondamentale correspond à la fréquence du pic de plus basse fréquence sur le spectre, soit $f_1 = 440$ Hz.
- Les fréquences des autres pics sont les fréquences des harmoniques, soit $f_2 = 880$ Hz et $f_3 = 1\,320$ Hz.
3. Le son composé a été obtenu à l'aide du logiciel Audacity en mixant (additionnant) trois sons purs de fréquences précises. Le spectre du son composé montre que ces fréquences se retrouvent dans le son composé obtenu.

- 11** 1. Le niveau sonore du son reçu par l'auditeur est donné par : $L = 10 \times \log \frac{I}{I_0} = 10 \times \log \frac{10^{-5}}{10^{-12}} = 70$ dB.
2. Les intensités des sons émis par deux sources différentes s'additionnent en un point de l'espace, ainsi le son émis par deux trompettes identiques est perçu par l'auditeur avec une intensité $I = 2 \times 1 \cdot 10^{-5} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.
3. Le niveau sonore du son reçu par l'auditeur est donné par : $L = 10 \times \log \frac{I}{I_0} = 10 \times \log \frac{2 \cdot 10^{-5}}{10^{-12}} = 73$ dB.

- 13** 1. La fréquence du son fondamental émis par une corde est d'autant plus grande que la masse linéique μ de la corde est petite, comme le montre la formule :
- $$f_1 = \frac{1}{2 \times \ell} \times \sqrt{\left(\frac{T}{\mu}\right)}.$$
- Les cordes ayant toutes la même longueur, plus la masse linéique est petite, plus la corde est fine. Le classement de la corde de la plus fine à la plus épaisse est donc 4–3–2–1.
2. Si la fréquence du son émis par la corde est trop élevée, d'après la formule rappelée à la question 1, la violoniste peut diminuer la tension T de la corde afin de diminuer la fréquence f_1 du son émis par celle-ci, ou augmenter la longueur ℓ de la corde.
3. $f_2 = 294 \text{ Hz} = 1,5 \times 196 \text{ Hz} = 1,5 \times f_1$
 $f_3 = 440 \text{ Hz} = 1,5 \times 294 \text{ Hz} = 1,5 \times f_2$
 On a donc $f_{n+1} = 1,5 \times f_n$ et $f_{3+1} = 1,5 \times f_3 = f_4 = 660 \text{ Hz}$