

1 Vrai/faux

Identifiez les affirmations fausses et rectifiez-les.

- a. Un son pur a une forme non sinusoïdale.
- b. Les pics du spectre d'un son complexe correspondent aux harmoniques.
- c. Les fréquences harmoniques sont des puissances de la fréquence fondamentale.
- d. Le niveau d'intensité sonore perçu est proportionnel à la puissance émise par la source.
- e. Un tuyau sonore de 9 cm émettra des sons plus aigus qu'un tuyau sonore de 18 cm.

a - Faux, il a une forme sinusoïdale

b - Vrai

c - Faux, elles sont des multiples de la fréquence du fondamental.

d - Faux.

e - Vrai.

3 QCM

Pour chaque proposition, identifiez la bonne réponse.

1. La hauteur d'un son est liée à :

- a. sa fréquence fondamentale
- b. son nombre d'harmoniques
- c. l'amplitude de ses harmoniques

2. Un son pur peut être produit par :

- a. une voix humaine
- b. un diapason
- c. une corde de guitare

3. Le timbre d'un instrument est défini par :

- a. la catégorie d'instruments à laquelle il appartient
- b. les harmoniques de ses notes
- c. uniquement la façon dont le musicien joue

4. Le geste du guitariste sur la photo ci-contre modifie :

- a. la tension des cordes
- b. la masse des cordes
- c. la masse linéique des cordes
- d. la longueur des cordes



DOC 1 Doigts appuyant sur les cordes d'une guitare.

5. Un chanteur émet une puissance sonore de 40 W. Si le son se répartit sur une surface de 5 m², l'intensité sonore alors perçue est :

- a. 40 W · m⁻²
- b. 200 W · m⁻²
- c. 8 dB
- d. 8 W · m⁻²

$$I = \frac{P}{S} = \frac{40}{5} = 8 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

4 Question de synthèse

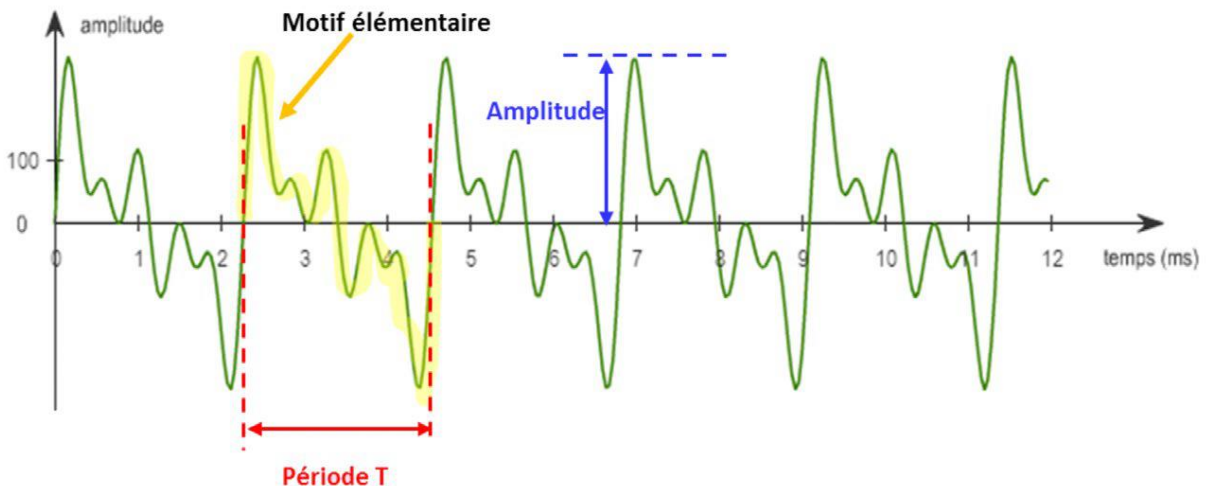
Expliquez, sous forme d'un paragraphe de quelques lignes et d'un schéma, ce qu'est un son complexe.

Critères de réussite

- J'ai décrit la forme d'un son complexe.
- J'ai parlé de la décomposition d'un son complexe en sons purs.
- Je me suis relu afin de vérifier l'orthographe et la ponctuation de mon texte.

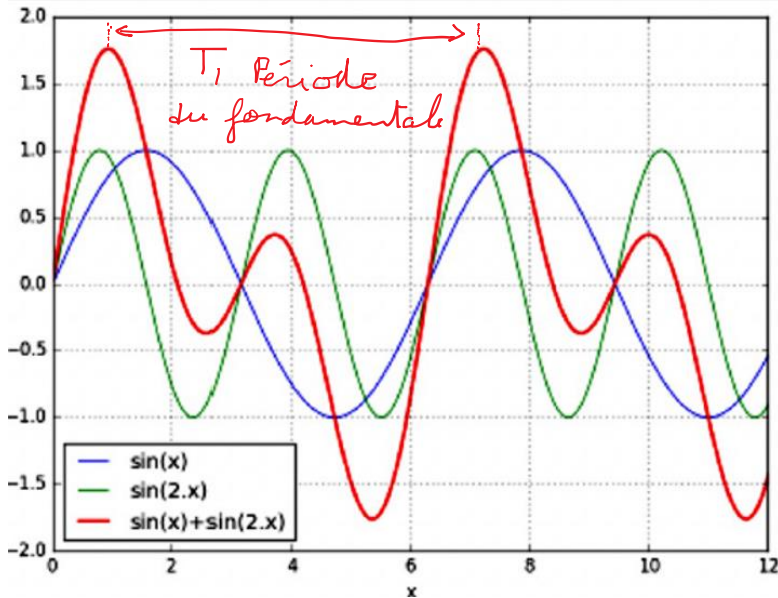
un son complexe est périodique. Mais il ne doit pas être sinusoïdale. Contrairement à un son pur.

Exemple :



Joseph Fourier a montré que toute fonction périodique se décompose en somme de fonctions sinusoidales dont les fréquences sont des multiples de la fréquence du fondamentale (harmonique de rang 1).

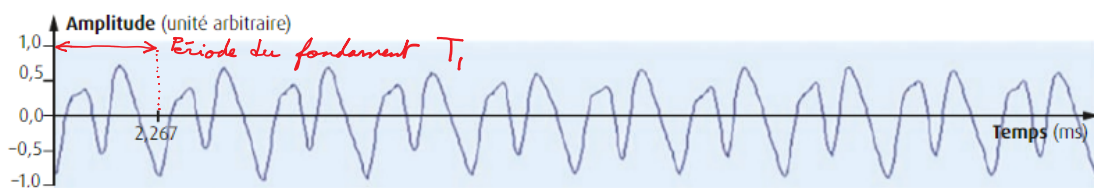
$$f_n = n \times f_1 \quad \text{avec } n \in \mathbb{N}^*$$



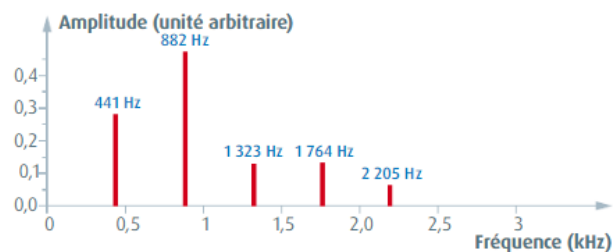
5 Analyser des documents et raisonner

Accorder une clarinette

Une clarinettiste n'est pas sûre que son instrument soit bien accordé. Pour le vérifier, elle a enregistré le son d'un La³ joué par sa clarinette. Elle a analysé l'oscillogramme et le spectre du son. Elle a constaté que la fréquence fondamentale du son est de 440 Hz.



DOC 1 Oscillogramme du La³ joué par la clarinette.



DOC 2 Spectre du La³ joué par la clarinette.

QUESTIONS

1. Expliquez comment l'on voit, sur l'oscillogramme et sur le spectre, que le son de la clarinette est un son complexe.
2. Déterminez la fréquence fondamentale du La³ joué par la clarinette grâce à l'oscillogramme, puis au spectre.
3. En déduire alors si la clarinette est accordée, et si non, si elle est un peu ou très désaccordée.

1. Ce son est **périodique** mais **pas sinusoïdale**. Le **motif élémentaire** se **répète régulièrement** mais ce n'est **pas une sinusoïde**.

2. la fréquence de la clarinette est égale à celle du fondamentale:

$$f = f_1 = \frac{1}{T_1} = \frac{1}{2,267 \times 10^{-3}} = \underline{\underline{441 \text{ Hz}}}$$

3. on peut considérer que la clarinette est accordée car la fréquence du La_3 est de 440 Hz

6 Calculer

Les cordes d'un piano

Pour fabriquer un instrument à cordes comme le piano, la guitare ou la harpe, il faut tendre les cordes sur un cadre. Un piano peut comporter jusqu'à 250 cordes, et chaque corde supporte une tension de l'ordre de 800 N (Newton). On rappelle l'expression de la fréquence fondamentale d'une corde en fonction de ses caractéristiques :

$$f_0 = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad \text{Avec} \quad \begin{cases} L = \text{longueur (en m)} \\ T = \text{tension (en N)} \\ \mu = \text{masse linéique (en kg} \cdot \text{m}^{-1}) \end{cases}$$



DOC 1 Les cordes d'un piano

QUESTIONS

1. Sachant qu'une tension de 9,8 N équivaut à une masse de 1 kg, calculez l'équivalent en masse que peut supporter un piano de 250 cordes.
2. Calculez la masse linéique d'une corde de masse 10,5 g et de longueur 5,0 m.
3. Calculez alors la longueur de cette corde qui permet de produire un Do^3 de fréquence 264 Hz.

1. masse maxi

l'ensemble des cordes peut supporter une tension de $T_{\text{maxi}} = 250 \times 800 = 200\,000 \text{ N}$

Soit équivalent en masse de :

$$m_{\text{maxi}} = \frac{200\,000}{9,8} = 20\,408 \text{ kg}$$

≈ 20 Tonnes

2. masse linéique : μ

$$\mu = \frac{m_{\text{corde}}}{l_{\text{corde}}} = \frac{10,5 \times 10^{-3}}{5,0} = \underline{\underline{2,1 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}}}$$

3. longueur de la corde pour faire un do^3

Dans l'énoncé on voit que la fréquence du fondamentale est liée à la longueur de la corde

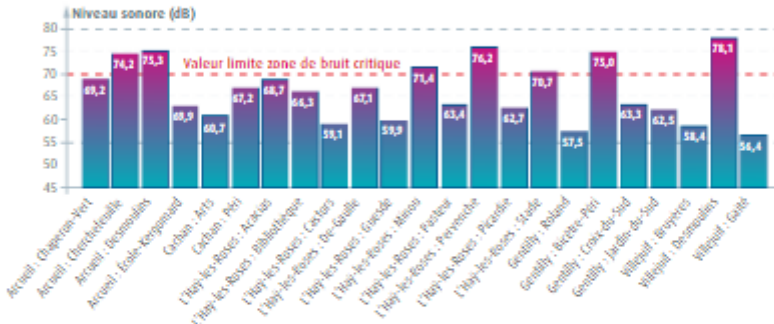
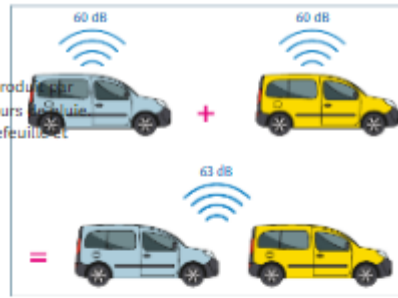
Donc cette longueur est :

$$\begin{aligned} l_{\text{corde}} &= \frac{1}{2 \times f_0} \times \sqrt{\frac{T}{\mu}} \\ &= \frac{1}{2 \times 254} \times \sqrt{\frac{800}{2,1 \times 10^{-3}}} \\ &= \underline{\underline{1,17 \text{ m}}} \end{aligned}$$

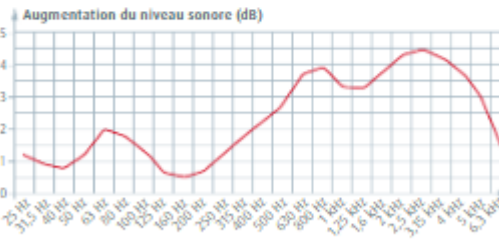
Le bruit de l'autoroute

Deux amies discutent du dérangement sonore produit par l'autoroute qui passe près de chez elles. Elles croient que le bruit de dérangement sonore produit par l'autoroute qui passe près de chez eux, notamment les jours de pluie. L'une d'elles habite Arcueil, près du site de Cherchefeuilles et l'autre habite à L'Hay-les-Roses, près du site du Stade.

DOC 1 Addition du bruit de deux voitures.



DOC 2 Niveaux sonore moyens diurnes dans différentes villes d'Île de France.



DOC 3 Augmentation du niveau sonore due à la pluie en fonction de la fréquence.

On rappelle que l'oreille humaine perçoit des fréquences entre 20 Hz et 20 kHz.

QUESTIONS

- En analysant le document 2, justifiez le dérangement sonore ressenti par les deux amies.
- Grâce à vos connaissances, interprétez le document 1 en termes d'intensité sonore et de niveau sonore.
- Commentez alors la différence de niveau sonore entre les deux sites.
- Sur le document 3, identifiez la plage de fréquence à laquelle la pluie double au moins l'intensité sonore du bruit enregistré, puis déterminez si l'oreille humaine perçoit ce changement.

1. D'après le document elles se trouvent dans une zone où le niveau sonore est **supérieur à 70 dB**. Donc un **dérangement sonore**.

2. Lorsque l'**intensité sonore double** alors le **niveau sonore augmente de 3 dB**.

3. La différence des niveaux sonores est de :

$$L_2 - L_1 = 74,2 - 70,7 = 3,5 \text{ dB}$$

Donc il y a 2 fois plus de voitures dans le site 2

4. Quand la fréquence de la pluie passe environ **de 500 Hz à 4500 Hz** le **niveau sonore** augmente de plus de **3 dB**. Donc l'**intensité sonore** a **plus que doublé**.

200 Hz < **500 Hz à 4500 Hz** < **20 000 Hz**.

C'est donc **perceptible à l'oreille humaine**.