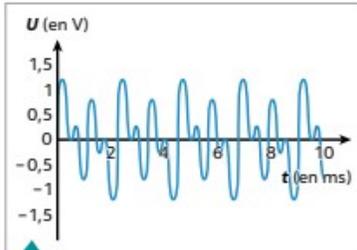


Chapitre 4 : Son, phénomènes vibratoires

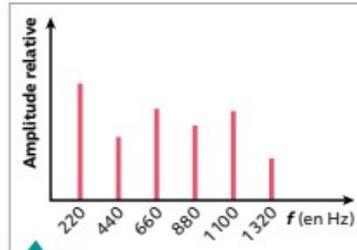
Exercice 1 :

Énoncé

- Un son musical émis par un instrument de musique est enregistré puis analysé avec un logiciel.



b. Enregistrement d'un son



c. Spectre du son



a. Tuba

L'enregistrement du son présenté dans le **doc. b** peut-il correspondre au spectre du son présenté dans le **doc. c**? Justifier la réponse.

Méthode

ÉTAPE 1 À partir du spectre du son musical, déterminer :

- si le son est pur ou composé ;
- la valeur de la fréquence du signal associé au son.

ÉTAPE 2 À partir de l'enregistrement du son musical, déterminer :

- si le son est pur ou composé ;
- la valeur de la fréquence du signal associé au son.

ÉTAPE 3 Comparer les résultats obtenus à partir du spectre et de l'enregistrement du son musical.

Application

L'analyse du spectre du son présenté dans le **doc. c** permet de montrer que :

- ce son est un son composé car son spectre présente plusieurs harmoniques, c'est-à-dire plusieurs signaux sinusoïdaux de fréquences multiples de la fréquence fondamentale f_1 ;
- sa fréquence, égale à la fréquence fondamentale de ce son, c'est-à-dire à la fréquence du signal sinusoïdal ayant la plus petite fréquence sur le spectre, vaut $f_1 = 220$ Hz.

L'enregistrement du son présenté dans le **doc. b** permet de montrer que :

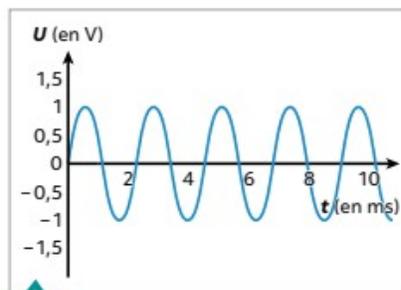
- ce son est un son composé car le signal associé est périodique non sinusoïdal ;
- la période de ce signal vaut $T_2 = \frac{6,8 \text{ ms}}{3} = 2,3 \text{ ms} = 2,3 \times 10^{-3} \text{ s}$;
- la fréquence de ce signal est égale à : $f_2 = \frac{1}{T_2} = \frac{1}{2,3 \times 10^{-3} \text{ s}} = 4,4 \times 10^2 \text{ Hz}$ (en reprenant le résultat exact du calcul de la période T_2 dans ce deuxième calcul).

Les sons étudiés dans les **doc. b** et **c** sont tous les deux des sons composés. Cependant, comme $f_1 \neq f_2$, l'enregistrement du son présenté dans le **doc. b** ne correspond pas au spectre du son présenté dans le **doc. c**.

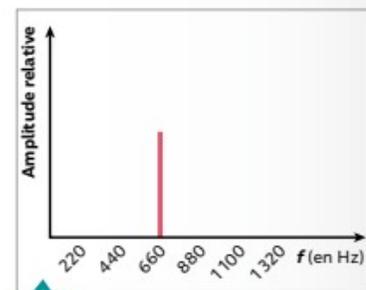
Pour s'entraîner

- Un son musical émis par un instrument de musique est enregistré puis analysé avec un logiciel.

L'enregistrement du son présenté dans le **doc. a** peut-il correspondre au spectre du son présenté dans le **doc. b**? Justifier la réponse.



a. Enregistrement d'un son



b. Spectre du son

Exercice 2 :

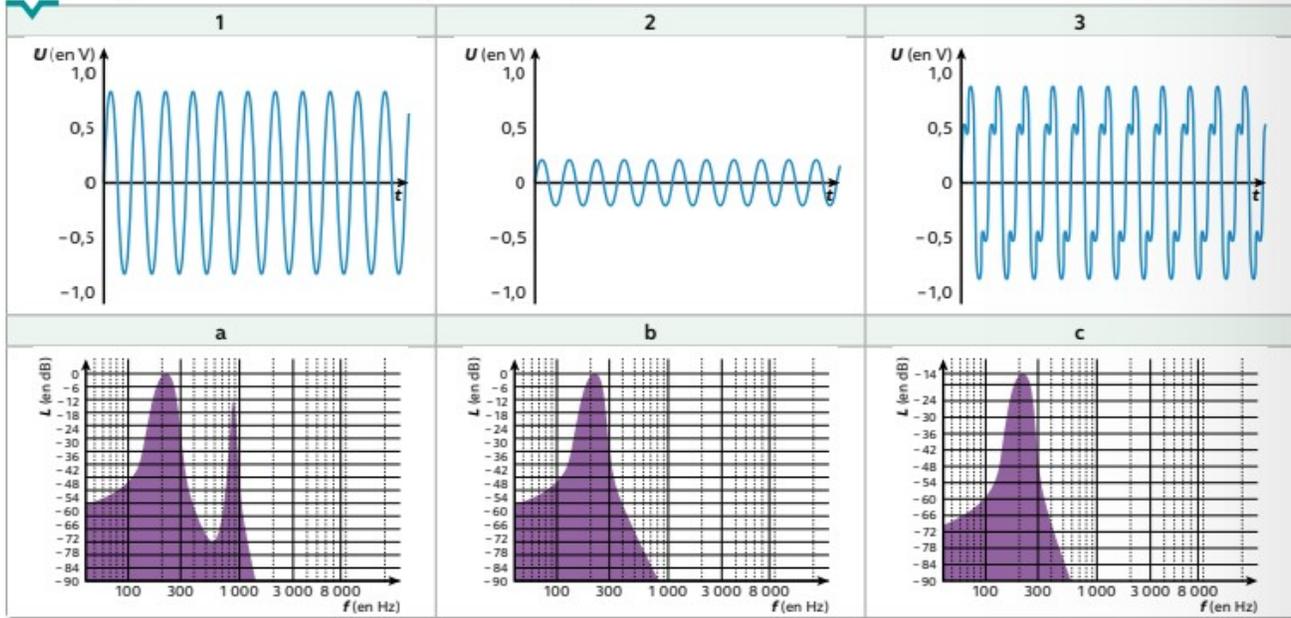
3 Enregistrements et spectres de sons

OBJECTIF Étudier les résultats d'un logiciel permettant de visualiser le spectre d'un son.

● Trois sons différents ont été enregistrés et analysés avec le logiciel Audacity.

▶ Associer chaque enregistrement à son spectre. Justifier les réponses.

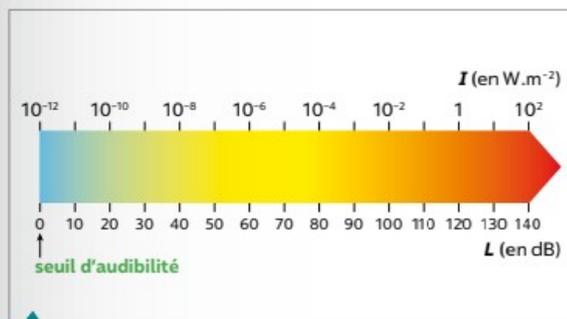
doc. Analyse de trois sons avec le logiciel Audacity



Exercice 3 :

4 Concert

OBJECTIF Relier puissance sonore par unité de surface et niveau d'intensité sonore exprimé en décibel.



a. Échelles du niveau d'intensité sonore L et de l'intensité sonore I

1. Déterminer le niveau d'intensité sonore moyen L_1 du son émis par un seul violon à 5 mètres de ce violon.
2. Calculer l'intensité sonore I_{10} du son émis par l'ensemble des dix violons à 5 mètres des musiciens.
3. Déterminer le niveau d'intensité sonore L_{10} du son émis par l'ensemble des dix violons à 5 mètres des musiciens.
4. Expliquer en quoi le niveau d'intensité sonore n'est pas exprimé selon une échelle linéaire.



b. Concert donné par dix violonistes

À 5 mètres des musiciens, on mesure l'intensité sonore moyenne, c'est-à-dire la puissance sonore moyenne par unité de surface, du son émis séparément par chacun des dix violons: $I_1 = 1 \times 10^{-4} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.

Exercice 4 :

2 Instruments à vent

OBJECTIF Relier la production d'un son par un instrument à vent à la vibration de l'air dans un tuyau.

- Les instruments à vent sont des cuivres ou des bois, dont les caractéristiques sont décrites ci-dessous.

a. Les bois

Les bois sont fondamentalement des tuyaux dans lesquels on a percé des trous. Ils produisent des sons grâce à la vibration de la colonne d'air qui se trouve à l'intérieur du tuyau. En soufflant dans le tuyau, le musicien produit différentes notes selon les trous qu'il couvre de ses doigts. Plus la colonne d'air est longue, plus la note est grave.

b. Exemples de bois

Piccolo	Basson	Contrebasson
		
Plus petit membre de la famille des instruments à vent, cette flûte minuscule produit un son d'une octave (huit notes) plus élevée que celui de la flûte de taille classique.	Il est composé de deux tuyaux disposés côte à côte et raccordés par un coude en « U » en bas (qui permet d'allonger la colonne d'air et de faire sortir les notes les plus graves à l'extrémité supérieure de l'instrument).	La taille du contrebasson est proche de celle du basson (environ 1,20 mètres) mais sa colonne d'air d'environ 5 mètres, repliée plusieurs fois sur elle-même, en fait l'instrument le plus grave de l'orchestre.

1. Comparer la hauteur des sons produits par un piccolo et par une flûte classique en faisant le lien avec les tailles de ces instruments.
2. Indiquer pourquoi un contrebasson produit un son plus grave qu'un basson alors que leurs tailles sont similaires.
3. Expliquer la production d'un son par un bois.

Exercice 5 :

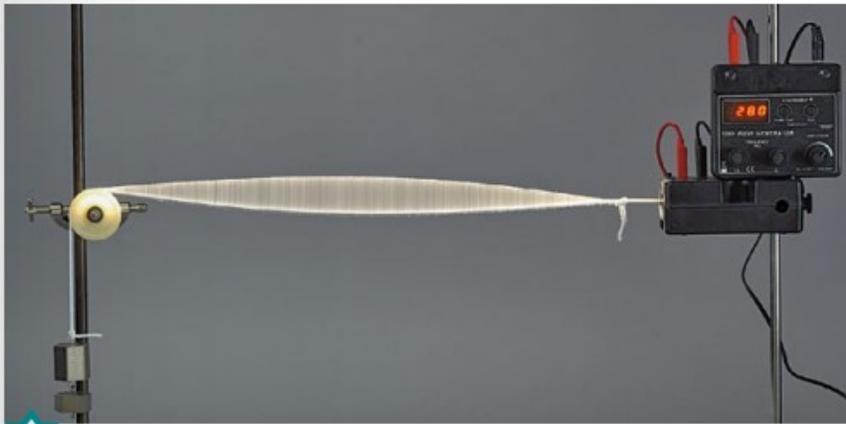
5 Corde vibrante

OBJECTIF Relier qualitativement la fréquence fondamentale du signal émis et la longueur d'une corde vibrante.

- Dans un instrument à cordes, le signal associé au son émis a la même fréquence fondamentale f que celle de la vibration de la corde. Pour observer cette vibration, on peut réaliser l'expérience de Melde, du nom de son inventeur Franz Melde. Cette expérience permet de vérifier que la fréquence fondamentale f est telle que

$$f = \frac{1}{2L} \times \sqrt{\frac{T}{\mu}},$$

avec L la longueur de la corde, μ la masse linéique de la corde et T la norme de la tension exercée sur la corde.



doc. Dispositif montrant une corde vibrante

1. Indiquer les caractéristiques de la corde vibrante dont dépend la fréquence fondamentale f d'un son émis par cette corde.
2. Indiquer l'évolution de la fréquence fondamentale f d'un son émis par une corde vibrante si sa longueur L diminue. Justifier la réponse.
3. Un son est émis par la corde d'une contrebasse. Comment émettre un son plus aigu sans changer la corde, ni la longueur de celle-ci? Justifier la réponse.